ALOYSII GALVANI ... DE VIRIBUS ELECTRICITATIS IN MOTU MUSCULARI COMMENTARIUS...

Luigi Galvani, Giovanni Aldini

Digitized by Google

14

ALOYSII GALVANI

In Bononiensi Archigymnasio, & Instituto Scientiarum
Publici Professoris, Anatomici Emeriti,
Academici Benedictini

DE VIRIBUS ELECTRICITATIS IN MOTU MUSCULARI

COMMENTARIUS

CUM

JOANNIS ALDINI

DISSERTATIONE ET NOTIS.

Accesserunt Epistolæ ad animalis electricitatis theoriam pertinentes.

MUTINÆ MDCCXCII.

APUD SOCIETATEM TYPOGRAPHICAM.
Superiorum permissu.

Digitized by Google

Digitized by Google

JOANNIS ALDINI

DE ANIMALIS ELECTRICÆ THEORIÆ ORTU ATQUE INCREMENTIS.

DISSERTATIO.

§. I. QUæ animalis electricitatis origo, qui progressus, quæ Galvanio duce facta pericula breviter exponere consilium est, eaque in medium prodere, quæ hominis vel prægressa industriam sunt, vel subsecuta. Animalis electricitas quamvis non eadem cum communi electricitate habuerit exordia, non dissimiles tamen vicissitudines pertulit. Thaletis Milesii præclarum illud electri inventum, diu neglectum & inane jacuit, donec Beccariæ, Delibardi, Wilsoni, Epini, atque ejus qui instar est omnium Franklini laboribus felicissima ætas illuxit, quæ ferreis virgis in sublime positis ne indignati quidem Jovis fulmina perhorresceret. Fuere tamen Patrum quoque memoria phænomena observata complura partim perversitate temporum corrupta, partim fabulis poetarum.

§. II. Neminem latet, quæ Cicero (1), Livius (2), Valerius Maximus (3) de flammis circa caput Servii Tullii conspectis memoriæ prodiderunt; superstitiosi vero illius ignis opinio adeo apud veteres pervaserat, ut Virgilius quoque Julum summo de vertice innocuis flammis circumfusum, suis carminibus celebraverit. Ab Hermolao Barbaro, nostroque Aldrovando accepimus corvos pernicissimo volatu in altum raptos mediis procellis ignitum rostrum ferre; aquilas vero fulminum jactu insueta luce sic circumfundi, ut planetarum instar cœlo radiantes niterent. Hinc forte vates alitem

(1) D: Divin. Lib. I.
(2) Dec. I. Lib. I. Cap. XXXVIII.
(3) Lib. I. Cap. VI.

illum Jovi sacrum, & fulminum ministrum habuerunt; quæ interpretatio *Guenau de Montbeillard* fuit probata valde, in id maxime contendenti, ut fabulæ ipsæ ab aliqua originem ducant veritate. Ex his autem omnibus non insita animantibus, sed communicata tantum erui poterat electricitas, cujus actionem jam multo ante expresserant, & stellæ antennis navigantium circumfulgentes, & ignes in nocturnas militum vigilias delapsi, quorum meminit Cæsar referens, legionis quintæ pilorum cacumina per noctem *sua sponte arsisse* (1). Itaque communicata animantibus electricitate relicta, eam quæ insita habetur, primum in animantibus generatim, dein in homine persequemur.

§. III. Gordonii statim se offerunt præclara tentamina, quibus notam felis electricitatem exornavit. Cohibentibus enim usus corporibus electricitatem coegit tantam, quæ ad summam vini spiritus superficiem deducta, accensionem promptissimam peperit. Hartmanno, & Duboesio, levi facto attritu, insignis fuit electrica attractio in plumis alitis, quem vocant *Kakatois* (2). Quid de torpedine dixerim, quæ suis illis electricis explosionibus a grandiorum piscium injuriis tutata, exiliores consternatos in suam vertit nutritionem. Aristoteli, & Plinio compertas torpedinis proprietates nuperrimæ Walshii, & Spallanzanii observationes nobilitarunt, quorum alter in ea quadrati magici structuram agnovit, in dorso ab excessu, in ventre a defectu detecta electricitate; alter pro arbitrio concussiones prohibuit idioelectrico corpore interposito, notavitque succussus non solum in torpedine aquis demersa, verum etiam in fœtu, dum utero conclusus materno versaretur. Van-der-lottus, & Bajonius torpedini affinia phænomena in *Gymnotis* electricis detexerunt ad Surinamii,

&

(1) Julius Cæsar de Bello Afric. cap. *6*.

(2) Tableau annuel des progrès de la physique, de l'Hist. natur. & des arts 1771.

Digitized by Google

& Cajennæ littora degentibus. Electricorum piscium familia paucis ab hinc annis duas præterea sibi species junxit (1); quod si aliæ etiam physicorum industria accesserint, aderunt jam novæ piscium electrica agmina, quorum incursiones erunt natantibus oceani incolis infensissimæ.

§. IV. Terrestria vero non desunt animantia, quæ electricam torpedinis virtutem summopere visa sunt æmulari. Clarissimus Cotunius (2) anatomico cultro viventis muris læva manu firmiter comprehensi secto epigastrio, vehementissimam repente concussionem habuit, quæ a brachio ad humeros, dein ad caput tanto impetu delata est, ut illico rem admirari, & murem una projicere debuerit. Dolorem vero ad integrum & amplius horæ quadrantem capite, & brachiis susceptum novæ, ut arbitror, inventæ electricitatis gloria relevavit. Cotunii observationes Vassalii (3), aliorumque confirmavit industria.

§. V. Improvide porro commisisset natura, ut homines electrici fluidi benefica carerent actione, quam brutis concesserat cumulatissime. Jam compertum fuerat Camusium sibi ab exsiccatis nervis Electrophorum comparasse: electricitatem mihi sæpius perfricata cranii ossa haud levem exhibuerunt. Saussurius vero pluribus physicis inventis clarus, lenissimo attritu in vivo homine electricitatem excitavit: voluit nempe, ut brevi facta deambulatione insulatum planum conscenderet, manu levi electrometro admota; extemplo divergentia fila miratus est. Sauvagesius in sua de hemiplegia tractatione refert, quorumdam hominum inferiores artus

---

(1) Ex iis alter vocatur *trembleur*, de quo plura in Actis Academiæ Parisiensis ad annum 1782. Alter ad genus *tetrodon* revocatur, & describitur in anglicanis transactionibus ad annum 1786. Vol. 76.

(2) Cotunii epistola ad Cl. Viventium data, quæ est in Tiberii Cavalli tractatione de Medica electricitate Neapoli edita.

(3) Memorie Fisiche. Torino 1789. Sperienze sopra l'elettricità de' topi di casa, e de' Gatti domestici.

Digitized by Google

tus post deambulationem electricum vaporem effudisse. Fougeroux, Bovilletus, Laura quoque nostra Bassia sæpius notarunt flammulas ab humanis corporibus erumpentes, vel cum mutarentur subuculæ, vel cum sericæ vestes induerentur cubiculo valde tenebricoso. Symmerius cum tibialia exueret, e tibiis manantem vividam electricitatem conspexit: cum autem tibialia serica duo, quibus eadem tibia tegebatur, alterum album, alterum nigrum sejungerentur, contraria statim gignebatur electricitas; ita quidem ut illud positive electricum fieret, hoc negative. Sed phænomena hæc maluerim ego sane a serici præsertim frictione quam a nativa hominis electricitate repetere.

§. VI. Oculis assiduis rerum speculatoribus animalis electricitas haud raro visa est insedisse. Bartholinus in sua illa de animalium luce tractatione hominem memorat, quem agnoscere quivis facile poterat plurima luce e superciliis erumpente. Bartholonius addit hydrophoborum oculos pluries ignitos evasisse, ut propterea minime fabulosum putet, quod historici de magno Alexandro ferunt, quem in media acie gloriæ ardor sic invaserat, ut exardescere quoque oculi conspicerentur. Sed remotas adeo, atque arduas conjecturas feliciora ingenia persequantur. Gravissimis (1) Physicis, atque Physiologis in hydrophoborum phænomenis explicandis electricitas placuit valde: non dubitarunt etiam ab opticis nervis subito attritu electrizatis distinctos variis coloribus lucis circellos repetere, aut lucida puncta, vulgo sydera appellata, quæ excitantur subito oculis ictu perculsis.

§. VII. Habita aliquando est animalis electricitas gravissimorum vitæ discriminum causa perniciosissima. Hinc tristissimæ illæ a Maffejo, Blanchino, Wilmero descriptæ explosiones, quæ ho-

(1) Mem. de la S. R. de Mont. 1730. Sauvages Œuvres diverses T. II. p. 71.

Digitized by Google

homines cum placido cœlo uterentur, extemplo ad horrendam necem perduxerunt in pulverem comminutos; hæc cubicularia, ut ajunt fulmina, physici plures ad unam revocant animalem electricitatem: quod sane minus ægre ferremus, si in tanta re molienda aliarum non respuerent virium societatem. Nobis vero facile ab hisce conjecturis temperandum est, ne phænomena omnia electricitati tribuentes, eorum deinceps, in quibus revera agit, fides minuatur. Quod igitur instituti nostri est, ea quæ tantummodo animalis electricitatis certam existentiam produnt, consectemur.

§. VIII. Bridonius in elucubratione Regiæ Londinensi Academiæ inscripta eximiam capillorum electricitatem patefecit. Omne artificium eo spectat, ut sint homines duo, quorum alter in deferenti plano assideat, exhibeatque alteri homini insulato suos incomptos crines pectine deducendos. Illico insulatus homo animalis electricæ machinæ quasi conductor fit: hinc ex eo vividæ scintillæ manarunt, hinc accensus vini spiritus, atque onerata Leydensis lagena, quæ eos qui observationi aderant, valde commovit. Ad id autem sunt potissimum duo præcavenda: alterum ut pulvere, & unguentis minime enutrita coma tractetur, alterum ut ubi quærendæ sint scintillæ, experimentum in cubiculo summopere tenebricoso fiat, ne excitatæ animalis electricitatis nitor externa luce obruatur. Quamvis hæc ad recentiorem electrici vaporis theoriam pertineant, fugere tamen pluribus ab hinc annis Celeberrimi Mairani solertiam non potuerunt (1) qui capillorum electricitatem suis observationibus satis expresserat.

§. IX. Electricus vapor hactenus elicitus, humanis integumentis non circumscribitur, sed in interiori quoque humano

ma-

(1) Dissertation sur les phosph. & les noctiluques.

Digitized by Google

machinamento late dominatur. Vaſſalius, & Volta (1) plurimam hominis urinæ conjunctam electricitatis copiam, mobiliſſimo Tiberii Cavalli electrometro detexerunt. Michael Puschkinus (2) cum Tobolski recta valetudine uteretur electricam ſcintillam iis qui ipſum contingerent communicabat. Laſſinius (3) narrat ſe Florentiæ in Ruſſo homine phænomena perſpexiſſe, electricæ torpedinis virtuti affinia valde: quod ipſum fere multo antea Gaubius in ſua pathologia docet a ſe fuiſſe in quodam ægroto obſervatum. En jam ad homines uſque traductæ miræ proprietates, quas natura ſoli torpedini impertita videbatur.

§. X. Quæ hactenus proſequuti ſumus, quamquam magna atque illuſtria ſint, a Galvaniana tamen nuper detecta electricitate longe videntur abeſſe. Non certe illam probant electrophorum ſiccis nervis aut oſſibus comparatum, non ex capillis, non ex artubus, aut integumentis erumpentes ſcintillæ. Cum enim corpora fere omnia humiditatis expertia aliquo modo cohibentia fiant, cumque cutis & pili idioelectricam naturam referant, haud eſt cur mireris aliquam attritu exortam electricitatem artificialem verius, quam naturalem appellandam. Artificialis attritus in ſuperioribus obſervationibus poteſtatem declaravit Sauſſurius, qui electricam deſideravit in homine attractionem, qui nullis veſtimentis attritum molientibus inſularetur. Ut autem appareat phænomena reliqua, de quibus diſſeruimus, minime eſſe cum inventa animali electricitate confundenda, altius exordiendum eſt, atque diligentius in Galvanii theoriam inquirendum.

§. XI. Habet itaque Galvanii Commentarius partes quatuor, quarum prima & ſecunda communicatæ electricitatis pote-

te-

(1) Memorie ſull' elettricità animale inſerite nel Giornale Fiſico-Medico di Pavia 1792.

(2) Acta Academiæ Petropolitanæ ad annum 1779.

(3) Memoir. de l' Acad. des Sciences 1777.

Digitized by Google

testatem, tertia insitam patefacit animantibus electricitatem gignentem motus musculares, conjecturas quarta proponit nonnullas, & corollaria. Ad primam, & secundam partem quod spectat, etsi physiologis innotuisset artificialem electricitatem ad musculares motus excitandos plurimum posse, consueverant tamen ipsam semper excitandis musculis admovere. Quod autem Galvanium ante tentaverat nemo, nunc ipsius solertia factum est, ut musculos solo jactu scintillæ habeamus ad contractionem compositos, etiamsi vel longe a conductore dissiti versentur, vel undique vitreis compagibus sepiantur. Atque hæ in ranis clausis, vel a conductore dissitis contractiones excitantur illæ quidem artificialis, vel atmosphæricæ electricitatis actione. Quamquam dum præclara illa steterit Beccariana electrici vaporis theoria, poterit semper severiori ratiocinio ab extrinsecæ electricitatis actione intrinsecæ, & nativæ colligi animalis electricitatis existentia. Musculi enim in extrinsecæ ex. gr. positivæ electricitatis atmosphæram demersi, evadere ipsi electrici nequeunt, nisi contrariam nanciscantur electricitatem, seu inditam sibi electricitatem exuant; quod dum fit musculares motus excitantur. Itaque communicata electricitas non ipsa contractionem edit, sed inditam musculis electricitatem ab æquilibritate deturbans, ad contractiones edendas conducit. En jam ex prima & secunda commentarii parte musculis indita electricitas, quæ quoties movetur ipsa, & musculum movet.

§. XII. Quod si forte cuipiam proposita ratiocinatio nimium arrogans videatur, non ideo experimenta quibus ipsa nititur despiciat, vel eo præsertim nomine, quod præclaram Galvanio semitam insitæ animalis electricitatis detegendæ præmonstraverint. Non itaque est, cur illam a conquisitis conjecturis petamus, quam tertia commentarii pars suo jure sibi vindicat novis observationibus, atque experimentis suffultam, & demon-

Digitized by Google

stratam. Hinc facile apparebit eidem animalis electricitatis voci, qua supra usi sumus, debere juxta Galvanii inventa novam imposterum vim, & significationem subesse. Ipse enim nobis auctor est, eam tantum veram animalem electricitatem habendam esse, quæ per se nulla accedente artificiali electricitate, nullo attritu, percussione nulla, in calidis aut frigidis animantibus excitatur, vitæque vires comitatur postremas, quæ musculos inter, & nervos facilem, & ratum habet fluxum, atque circuitum. Animali autem huic electricitati illud nobilissimum munus est concreditum, ut œconomiæ animalis functionibus prospiciat, & motus perficiat musculares, quorum alterum ex allatis torpedinis, aliorumque animantium phænomenis colligi facile poterat, alterum vero novum penitus est consectarium Galvanii observationum.

§. XIII. Omnia autem experimenta huc redeunt denique, ut omni seclusa extrinsecæ electricitatis actione, imo vel intactis nervis, musculisque, admoto tantum metallico arcu vividæ contractiones gignantur, quæ deficiunt penitus, si unum arcus extremum cohibenti involucro tegatur. Quæ vero præsidia comparamus nobis ad artificialis electricitatis actionem juvandam, eadem augent mirum in modum animalis quoque electricitatis potestatem. Mirum sane quantum nervis, musculisque impositæ variæ metallicæ armaturæ Galvanium adjuverint ad animalem electricitatem extricandam. Non una porro, sed duplex in animali machina ab excessu, atque a defectu dominatur electricitas, quæ si artificiali arcu ad æquilibritatem componatur, tunc musculares motus cessant. In vivis animantibus artificialis arcus defectum supplet animalis humor in primis idoneus, qui electricitatem vehat, eamque ad æquilibritatem traducat. Hoc vero principium, quod per amica fluit deferentia corpora, cujus rapidissima excursio cohibentibus sistitur, quod æquilibritatis pa-

ret

Digitized by Google

ret legi, nisi electricum sit, quænam erunt imposterum corpora, quibus electricam insidere virtutem arbitremur?

§. XIV. Nequit autem electricitas per corpora diversimode deferentia propagari, quin aliquam excursionis difficultatem experiatur. Hinc Galvanio armaturæ diversis metallis comparatæ profuerunt maxime ad animalem extricandam electricitatem. Intimiorem tanti phænomeni causam perscrutanti, videtur sane ad quasdam veluti chemicas electrici vaporis proprietates confugiendum. Recentiores Physici hospitantem in corporibus electricitatem perinde considerant, ac ignem fixum, latentem calorem, phlogiston. Horum sententia adest electricitas quædam, quæ ut elementum ad intimam corporum compositionem confluit, suosque edere effectus nequit, nisi ab arctissimi nexus, atque adeo constitutæ affinitatis vinculis liberetur: hinc in electrico vapore analoga phænomena contingunt iis, quæ de latente igne, deque varia corporum ad calorem continendum aptitudine Wilkius, Blakius, Crawfordius nuperrime protulerunt. Sane metallorum diversitas, quæ in contractionibus augendis adeo potest, magnam conciliat allatæ suspicioni probabilitatem. Folia ex auricalco parata cum aliis metallicis armaturis copulata haud raro minimam, aut nullam excitant in animantibus electricitatem. Hæc porro ipsa, quam habent metalla ad electricum vaporem excipiendum, excitandumque facultas varia, quid aliud indicat, nisi corpora ita esse natura sua comparata, ut diversimode in se electricitatem recipiant? Quemadmodum vero si duo exstiterint corpora eadem, ut ajunt *capacitate* prædita, calor æqua ratione, ad æquilibritatem utrinque constituitur; sic homogeneis usurpatis metallis nihil causæ est, cur ad unum, quam ad alterum avidius se conferat electricitas, ut propterea nullo in æquilibritatem proposito nisu, vividior quo-

Digitized by Google

que nulla contractio exoriatur. Propositis conjecturis (1) animum adjungere videtur ingeniosissimus Thouvenelius, qui simul suis litteris tradit se observasse sæpius excitatam animalem electricitatem in hominibus, qui sua illa methodo metallici fodinis insisterent. Cuinam vero metallo in animali electricitate evolvenda primas partes concesseris, arduum plane est quod definias. Nihilo tamen minus Cl. Volta accuratissimis ductus observationibus quamdam metallorum scalam decernit, quam ad tres classes revocat: primam occupant hydrargirum, aurum, argentum, platina, dein subsequuntur ferrum, æs, auricalcum, tandem stannum, & plumbum.

§. XV. Animalis vero periclitandæ electricitatis studium non Bononiensibus finibus se continuit, sed undique latius serpens ad exteras quoque Academias longe manavit. Hinc animalis illa electricitas, quam supra primum brutis, deinde in homine persecuti sumus, nunc iterum eodem ordine se offert Galvanii observationibus exponenda. Aves, pisces, reptilia quamplurima satis conspicuam exhibent electricitatem. Secta (2) transversim anguilla (quemadmodum Eusebii Vallæ, & Masini solertissimæ ferunt observationes), atque armata spinali medulla, statim cauda minutis triginta vehementer tremuit, donec sensim debilitato motu, minutis quinque & quadraginta nedum elapsis, pe-

(1) „ Les métaux, ainſi que les mines ont des atmosphères d'electri-
„ cité propres, ou spontanées, qui sont très differentes entre elles par
„ leur intensité, & même opposées sous le rapport des leurs determinations
„ effluente, ou affluente, centrifuge, & centripete, positive, & negative,
„ ou mixte; que par consequent les mines, & les metaux ne doivent pas
„ être considérés seulment comme des simples corps deferens, ou conducteurs
„ d'electricité artificielle communiquée, mais comme des vrais moyens mo-
„ teurs, excitateurs, ou condensateurs de l'electricité naturelle, ou sponta-
„ nées; proprieté qu'ils possedent aussi à des degrés très differens. = Lettre de M. Thouvenel adressée à M. l'Abbé Amoretti Secretaire de la Societé patriotique de Milan.

(2) Opuscoli scelti di Milano Tom. XV. 1792.

Digitized by Google

penitus conquievit: armatum anguillæ caput languidiores quidem, sed diuturniores dedit contractiones, quæ minutis quinquaginta apparuere. In duabus tincis, armata prope caput spinali medulla, ad quinque aut sex vices elatæ sunt pinnæ, & post minuta vix duo motum nullum præbuerunt. Fringillæ alæ minutis tribus leviter contractæ sunt, crura non item. In fele recens nato obtentus motus tantummodo in cruribus anterioribus horæ quadrante. In cane pulveris pirii ictu ad necem perculso, cruribus quatuor paratis atque insulatis, contractiones metallico arcu admoto excitatæ sunt: musculi io-glosso, & genio-glosso vehementer, laringis vero musculi nota armatura muniti longe minus tremuerunt. Lacertæ, atque testudines æqualia præbent phænomena; tum insecta quoque, ut jam omnia fere animantium genera eadem observatio non dissimili eventu pervagetur.

§. XVI. Viperas experimentis nondum tentatas ad examen primum revocavimus, vel eo potissimum illecti, quod peculiari sua structura electricitatem polliceri plurimam viderentur: præconceptam animo expectationem non fefellit eventus. Diductis integumentis argenteo plano insidentes viperæ juxta spinæ dorsi longitudinem stannea armatura indutæ vividos metallico arcu musculares motus ediderunt. Cæterum naturales viperarum motus, vividæque universo corpore spontaneæ excitatæ contorsiones, suspicionis nonnihil, atque ambiguitatis in animali electricitate afferre videbantur. Itaque, ut excitatos motus vere electricos statuerem, transversim spinalem medullam in plures partes secui, factaque armatura in nerveis filamentis, quæ ad vertebras sunt confertissima, constantes vidi musculares motus, qui servata animali humiditate diu perdurarunt. Illud tandem curavi, ut quæ ad vertebras aderat armatura, cohibenti corpore extra ipsas nonnihil porrigeretur; quo factum est, ut arcu ad stan-

neam

neam armaturam, atque argenteum planum admoto, haberentur intactis nervis, & musculis vividæ contractiones. Eandem methodum, cum ruri versaremur, traduximus ad sectam partem necati anguis, cujus longitudo pedes duos superabat. Armatis autem vertebris admoto arcu non una, sed repetitæ, ac veluti perennes contractiones oriebantur vehementissimæ.

§. XVII. Sed ne longius abeam, nobilissimum hoc loco, Voltæ inventum commemorabo, quo animantium quorundam tutandæ vitæ, ac simul periclitandæ electricitatis innocuam methodum invexit. Itaque ad aliquam imposterum animalem electricitatem comparandam nullæ erunt statim imolandæ victimæ, neque cruentis manibus discindenda integumenta, nervique sejungendi: id satis erit ut vivæ, alacresque ranæ argenteo plano insideant, juxta dorsi spinam stannea armatura indutæ. Admoto enim arcu contractiones præsto sunt vividissimæ. Ranas argenteo plano locavimus, argentea quoque armatura spinæ dorsi apposita; contractiones nullæ extiterunt: quod ipsum evenit cum vivens rana duplici stannea armatura ad nervos, atque ad musculos instrueretur.

§. XVIII. Electricum porro principium, ut ex iis intelligi facile poterit, quæ mox subjiciemus, non a fortuitis causis accessisse, sed consulto a natura insitum putandum est: cujus principii tantam vim esse videmus, ut venena ipsa vitam quidem brevi conficere, animalem autem electricitatem extinguere nequaquam possint. Vallius animantia plura recipientibus conclusit variis, sic ut perniciosiora aeriformia fluida inspirare coegerit; interdum inflammabilem, modo nitrosum, aut alium mephiticum aerem usurpabat; animalis nunquam periit electricitas. Unus sulphuris combustione inquinatus aer animali electricitati valde nocuus extitit, idque fortasse propter injurias, quas eo agente, muscularium fibrarum elementa sustinuerant. Ranis præterea

non-

Digitized by Google

nonnullis vehementi Leydensis lagenæ ictu interemptis, mutationes in animali electricitate nullæ contigerunt; imo semper ipsa superstes fuit oppio, pulvere nicotiano, arsenico ranis administrato. Galvanius quoque pluribus abhinc annis oppii in animalem electricitatem influxum Dissertatione prosecutus est, quam in Instituti Scientiarum Academia recitavit. Ranæ, quemadmodum ex ea colligitur, oppio vel in stomacho, vel in cavo abdominis administrato, vel etiam intra cerebrum deducto, post excitatum magnum torporem validis convulsionibus adigebantur, aut levi cui insidebant plani tremitu, aut cujuscumque corporis contactu. Hæc phænomena etiam (quod sane mirandum est) minime desiderabantur, capite abscisso ante oppii administrationem.

§. XIX. Sed quorsum Physici, atque Physiologi tot labores, ingeniique conatus susceperint juvat aperire. Cum enim omnium animantium princeps homo sit, ejusque potissimum electricitatis detegendæ causa tot antea victimæ immolatæ fuissent, operæ pretium erat, ut non conjectura, sed facto hominum electricitatem exploratam, & patefactam haberemus. Itaque nil Galvanio antiquius fuit, quam ut chirurgica dexteritate in publico Sanctæ Ursulæ Nosocomio sectum brachium, ac pedem suis tentaminibus prosequeretur. Quare nudatis nervis, & musculis imposita armatura est, sic quidem ut nervi cum hydrargiro, musculi cum tepida aqua communicarent. Arcu metallico a musculo ad nervos delato vividæ subito contractiones extiterunt; imo experiundo compertum minime oportere, ut arcus a musculis ad nervos deduceretur, sed solo ipsius ad nervos appulsu easdem non admodum debilitatas contractiones excitari; quod etiam ipsum in agno, in vitulo, atque in aliis præsertim calidi sanguinis animantibus alias detectum fuerat. Ut autem Galvanio innotesceret illorum muscularium motuum causam electricitate

con-

Digitized by Google

contineri, nervos armavit modo vitris, modo resinis, modo substantiis serico contextis: omnis illico extincta contractio est. Iterum ad usitatam armaturam se contulit, minimeque intermissos metallicos arcus insulatis nervis admovit, viditque summa eorum qui aderant admiratione pedis, manusque digitos, quotiescumque arcus admoveretur, non modice contrahi, ac relaxari. Silentio non est prætereundum auctorem nostrum insigniores contractiones potissimum obtinuisse, cum exilioribus nerveis ramis armaturam adjungeret. Pedis vero contractiones longe superarunt illas, quæ in manibus observatæ sunt, sive quod pedes insignioribus nervis pollent, sive quod periclitata manus majorem diuturniori morbo labem contraxerat.

§. XX. Chirurgicarum in Nosocomio operationum felicissimus exitus pertinacem inveterato ulcere ægrotum pede laborantem eo adduxit, ut mutato consilio chirurgica dexteritate pedem abscindendum traderet. Hinc nova data occasio animalis electricitatis periclitandæ. Itaque Galvanio morem gerens, cum antea experimenti capiundi rationem una perpendissemus, ad Nosocomium me contuli, ubi observationum initio contra expectationem res cessit. Nam nervis, musculisque pluribus detectis, variaque ratione nedum in majoribus, verum etiam in minoribus nervorum truncis tentata armatura, contractiones desideratæ sunt, ut mirarer ego, ac pr pe conquererer tantam modo a susceptis antea experimentis varietatem. Interea nunciatum est illud vitii genus in pede per septem & decem annos insedisse, horrenda macie pedem fere totum labefactatum, omnes prope motus una cum sensu amisisse: jamque concretiones huc, illuc asperæ, durissimæque, livida integumenta, totusque pedis adspectus talis erat, ut qui tum aderant Chirurgiæ Professores harum rerum omnium habita ratione animalem electricitatem minus expectandam arbitrarentur. His nihilominus tantis exortis impedimen-

men-

Digitized by Google

mentis obversabatur adhuc animo quædam electricitatis observandæ spes, quam abjicere non poteram, nisi prius omnibus perscrutatis experiundi viis, eodem semper modo res cecidisset; neque me suscepti consilii pœnituit. Nam callosa, & pinguedinosa substantia a pedis planta avulsa, nervus sese obtulit a communi pedis labe aliquantisper immunis: armato autem hoc nervo, contractiones illico ad proximos digitos vividæ, (quemadmodum Galvanius notaverat) habitæ sunt solo ad nervos metallici arcus appulsu. Armatum præterea nervum primum super hydrargirum posuimus, mox super planum argenteum, dein aureum, semper contractiones longe vividæ extiterunt; mirum sane quantum hujusmodi metalla conferant ad animalem electricitatem juvandam. Hisce perspectis, quos antea dimiseram experimenti comites iterum feliciori exitu convocavi; imo cum vividam admodum mirarer animalem electricitatem diducta integumenta in unum coegi, sic quidem ut sejunctos musculos, & nervos obtegerent, curavique, ut pannis aqua conspersis interna earum partium humiditas, quantum fieri poterat, servaretur, ut inde liceret animalis electricitatis diuturnitatem cognoscere. Quare duabus elapsis horis iterum ad Nosocomium me contuli, atque instituta armatura contractionem adhuc aliquam licet debilitatam conspexi, quæ sensim languescens brevi extincta est.

§. XXI. Industrius homo Sulzerus (1) pluribus ab hinc annis jam animadverterat, laminis duabus diversi metalli in lin-

(1) Si l'on joint deux pieces l'une de plomb, & l'autre d'argent, de sorte que les deux bords fassent un même plan, & qu'on les approche sur la langue, on en sentira quelque goût assez approchant au goût de vitriol de fer, au lieu que chaque piece à part ne donne aucune trace de ce goût. Il n'est pas probable que par cette jonction des deux metaux il arrive quelque solution de l'un, ou de l'autre, & que les particules dissoutes s'insinuent dans la langue. = Sulzer. Nouvelle theorie des plaisirs 1767. p. 155.

Digitized by Google

gua invicem admotis saporem quemdam excitari illius instar, qui ferri vitriolum comitatur; in eoque solutum lingua metallum partem nullam sibi vindicare existimabat. Phænomenon illud, ut ferebant tempora, explicare nitebatur vibratione quadam unius, vel alterius, vel etiam utriusque metalli excitata, quæ linguæ nervos percellens aliquam in gustatu sensationem ederet. Cl. Volta Sulzeri observationem omnium (1) primus ad animalis electricitatis theoriam revocavit, exornavitque ita ut prope suam fecisse videatur. Hoc autem fere ratiocinio orta indagatio, quæ postea in utilissimam affulsit veritatem. Nervi scilicet deferentibus juncti corporibus electricum vaporem effundunt, qui si musculis ad quos contendit fuerit restitutus, aut contractionem, aut impressionem excitabit aliquam. Ergo quærendi in homine nervi, qui ita extrinsecus paterent, ut facile armari metallico folio possent: hos in Sulzeri observatione præbuit lingua, quæ humiditate sua latenti electricitati viam exhibet commodissimam. Hinc si linguæ apici stanneum folium, ejusdem autem dorso argenteum corpus aptetur, facto arcu inter utramque armaturam, illico se prodit electricitas, quæ modo lenissimam auram excitat, modo fluentis acidi distinctam, aliquando etiam molestam sensationem æmulatur: hoc experimentum institui commodius potest argenteo corpore delato a linguæ dorso ad ejus apicem stanno obductum.

§. XXII. Non hic prætermittenda ingeniosa oborta, vel potius renovata suspicio, quæ in Sulzeri usque observationes jam fuerat ante invecta. Nimirum cum magna salivæ pluribus solvendis corporibus potestas sit, dubitatum valde est, num forte ipsa

---

(1) Memorie sull' Elettricità animale inserite nel Giornale Fisico-Medico di Pavia 1792. Opuscoli di Milano T. XV. 1792.

Digitized by Google

ipsa particulas aliquas sibi adjungeret, quæ determinati saporis sensum excitarent. Ut quantum in me erat suspicionem illam averterem, usitata armatura ad linguæ apicem instituta, metallicum arcum admovi cohibenti substantia intermissum: at raro minimus, plerumque nullus gignebatur sapor, qui cæteroquin, salivæ tantummodo metallum solventis ratione habita, fuisset expectandus semper. Hæc dum mecum meditarer, gratissimo nuncio accepi Clarissimum Volta novo ingeniosissimo experimento suarum observationum securitati prospexisse; perfecit nempe ut sapores gignerentur, omni seclusa linguæ cum metallo communicatione. Itaque linguæ apicem in aquæ libellam demersit, in qua aut chartæ stanno obductæ, aut stanni frustulum insederat: arcu metallico a media lingua ad stanneam laminam delato, acidi saporis sensus excitatus est, qui quamdiu contactus durabat, persentiebatur. Ut in proposito experimento certa electrici vaporis actio magis confirmaretur, amygdalarum oleum aquæ suffecimus: arcu de more adhibito sapor nullus gignebatur. Hinc videtur colligi posse, linguam non soluti metalli, sed excurrentis per ipsam electricitatis saporem percipere.

§. XXIII. Metallorum porro diversitas (quemadmodum accurate notavimus) in gustatus organo percellendo magnas edit varietates; armaturæ argento & stanno comparatæ sunt saporibus gignendis aptissimæ. Homologis metallis animalis electricitatis actio vel minuitur, vel penitus prohibetur: quare ad linguæ apicem ejusque dorsum argentea armatura instituta excitatur sapor nullus; idem contingit si utrinque stannea utaris. Experiundo autem illud invenimus ad excitandam saporis impressionem minime oportere, ut arcus ab armato linguæ apice ad dorsum deferatur. Si enim brachio, aut pede in aquam demersis, ab uno vel altero, vel ab ipsa tantum aquæ libella, in

Digitized by Google

qua versantur, fiat arcus ad linguæ apicem stanno obductum, vividus statim excitatur sapor; quod fortasse etiam vividius evenit, tota animali machina aquis demersa, usurpatoque metallico arcu, qui sua crassitie & longitudine animalem electricitatem invitare quodammodo, & haurire commodius possit. Sed nostra hæc dimittentes ad nobilissimas Voltæ observationes revertamur.

§. XXIV. Excitatum animali electricitate in lingua saporem magna phænomena consecuta sunt, & ex his ingeniosissima corollaria manarunt. Illud enim compertum est, mutatis vicissim armaturis, mutari quoque sapores, adeo ut interdum non acidus, sed acer, urensque gignatur sapor, qui admodum ad alkalinam naturam accedat. Hisce perspectis in eam facile Volta concedit sententiam, ut arbitretur metallis non deferendæ tantum, sed excitandæ electricitatis potestatem inesse novis penitus experimentis confirmatam. Quare jam quidem, ac merito eximio viro gratulandum est, quod animalis electricitatis imperium, ut ita dicam, amplificaverit, cum nedum ad musculares perficiendos motus, verum etiam ad sensum percellendum traduxerit. Animali enim parent electricitati non solum nervi qui motui, verum etiam qui sensui famulantur, ut propterea animus ipsius præsidio pro arbitrio, aut motum excitet, aut sensum. Hinc Volta, integra ab agno lingua avulsa, factaque duplici armatura, altera in nervis ad linguæ radicem positis, altera in respondentibus musculis, statim admoto arcu promptissimos obtinuit motus musculares. Hæc in brutis generatim atque in homine animalis electricitatis instituta pericula, quæ quisque facile intelliget ab iis, quæ Galvanii industriam præcesserant, longe discrepare.

§. XXV. Galvanii commentarii pars quarta a certis, exploratisque rebus ad probabilia deducit consectaria, atque conjecturas omni sagacitate atque industria comparatas. Primæ, secun-

cundæque partis experimenta perpendenti commodum plane erit atmosphæricæ electricitatis in animalem œconomiam mirandum influxum explicare. Duo autem potissimum media, quemadmodum Bartholonius (1) docet, usurpasse videtur natura ad electricitatem animali œconomiæ communicandam. Fecit primum, ut innumeris poris universa humani corporis integumenta scaterent, quibus electricum fluidum animantibus communicaretur, sive atmosphæra ab excessu, sive a defectu electrica esset. Providit præterea ut, respirationis ope, nova continenter electricitatis copia ad pulmones deferretur, ubi opportunissimum veluti nacta organum secretorium, ab aere, cui adjuncta erat, extricatur.

§. XXVI. Pro varia autem æquilibritatis ratione, qua interna animalis electricitas ad extrinsecam communicatam refertur, Atmosphæricæ electricitatis varius influxus sit oportet. Hinc apparebit cur exorta cœlo magna tempestate, aut ingentibus imbribus dilapsis, interdum machina animalis alacrior fiat, interdum in quibusdam ægrotis gravissima valetudinis symptomata gignantur. Neque mirum videbitur, referente Wodvardo, homines quosdam extitisse, *qui ante tonitrua ingentes videbantur angustias pati, sibique præcordia sentiebant premi, atque etiam ad vomitum cogebantur*. Narrat Beccaria, se novisse hominem quemdam Mazeas nuncupatum, qui fulgurante cœlo, atque tonitruis obstrepentibus, molestissimis epilepsiæ ictibus corripiebatur. *Hinc facile percipitur* inquit Gardinius „ *illa segnities certis quibusdam diebus, in quibus* „ *cum magna difficultate electricitas artificialis excitatur. Nam lassi-* „ *tudo, tristitia, melancholia, affectiones histericæ certis quibusdam* „ *temporibus præcipue afficiunt, & aperte demonstrant, omnes nerveos*

 „ *mor-*

(1) Bartholon. de l'électricité du corps humain = Tom. I. Paris 1786.

Digitized by Google

„ *morbos relationem habere cum atmosphæra*. Non autem nocuus semper pertimescendus atmosphæricæ influxus electricitatis. Uberior communicatæ electricitatis beneficio edita transpiratio, promptior, & expeditior humorum excursio animali œconomiæ plurimo esse adjumento possunt. Hinc sereno cœlo, & placida electricitate, quadam etiam, ut ita dicam, virium gratissima alacritate fruimur, quam humilioribus electricis nubibus nobis imminentibus non experimur.

§. XXVII. Num vero considerata hactenus atmosphæricæ electricitatis actio ab una tantummodo æquilibritatis lege, an ab aliis etiam causis proficiscatur, difficile admodum est definire. Mahonius novam resilientis electricitatis speciem invexit, quam natura antea conspicuis fulminum phænomenis præmonstraverat. Meteorologicis historiis fertur, pluries fuisse homines ictu fulminis correptos, quod ad aliquam distantiam cœlo stridens intuebantur. In Benneti exquisitissimo electrometro una cum clarissimo Physico Jo: Baptista Venturio in divergentibus subjectis bracteolis metallicis commodissime resilientem electricitatem notavimus, cujus præterea miras proprietates sic prosecutus est, ut illam facile traduceret ad explicanda phænomena, quæ in prima & secunda Galvaniani commentarii parte proponuntur. Aliis quoque experimentis in eodem Benneti electrometro institutis rationem se reddere posse opinatur, cur metallici corporis contactus insitam animalibus electricitatem moveat.

§. XXVIII. Intrinsecæ autem animalis electricitatis notitia, nova quorumdam symptomatum inquisitione, lux imposterum aliqua ad certos morbos, vel profligandos, vel sedandos affulgeat necesse est. Tetanus, epilepsia, convulsiones, morbi nervorum varii phænomena, adnotante Galvanio, exhibent plura, quæ electricitatis ingenium deposcunt. Sane si electricum flui-

dum

Digitized by Google

dum motus edit musculares, si machina animalis universa eo potissimum agente moderatur, intelligitur profecto, cur aut redundantibus, aut deficientibus electricis viribus varia valetudinis discrimina exoriantur. Sed hæc accuratiores Medici viderint, ad quos illa pertinent.

§. XXIX. Galvanii theoria aliquas edere in Halleriana irritabilitate vicissitudines visa est. Electricitas enim, quæ Hallerianis extrinsecus tantum erat stimulus, nunc ipsis insitus evadit. Musculi namque electrometrum referunt omnium exquisitissimum, cui movens causa semper adjuncta est lege, atque instituto naturæ. Itaque quid sibi Halleriani irritabilitatis nomine assumant, definiendum est. Si enim nihil aliud sibi proponant nisi novum naturæ phænomenon, aut fibris insitam proprietatem, qua elementa alia aliis accedant, tunc Galvanii inter atque Halleri systemata aderit nullum dissidium, imo futura speranda cognatio. Illam enim fibris muscularibus inditam proprietatem nedum Galvanius concedit, sed ita necessariam statuit ut, ea deficiente, quovis adhibito arcu animalem electricitatem non possis excitare. Sin forte Hallerianis irritabilitas, est nova fibris insita vis per se sola musculares motus efficiens, illorum sane non licet opinioni acquiescere, nisi prius irritabilitatis existentiam patefecerint, ipsique certas præscripserint leges, sine quibus intelligi vera vis nequit: quæ sane omnia haud difficile ii se præstare posse confidunt, qui unam animalis electricitatis deposcunt actionem. Sed jam de his alibi satis multa proposuimus.

§. XXX. Etsi vero minime adhuc exploratum esset, utrum animalis electricitas muscularis motus stimulans, an efficiens causa habenda sit, constaret tamen semper, animum in moliendis contractionibus ipsam veluti sui imperii ministram usurpare, quod sane ante Galvanium nondum fuerat demonstratum. Cl. Viri

Sau-

Digitized by Google

Sauvagesius & Bonnetus (1), fuerant equidem suspicati electricum fluidum parare motus musculares, vel eo maxime quod artificiali electricitate validas perspexerant in musculis contractiones excitatas. Memini ego quoque avunculum meum in nostro Anatomico theatro semel & iterum electrici fluidi potestatem in muscularibus motibus edendis sic propugnasse, ut videretur jam vel eo tempore (quasi divinaret id quod evenit) in illud eniti, ut sibi gratissima hypothesis ad probatam thesim revocaretur. Cum autem omnes ingenii laudem ipsi concederent, erat nemo rerum physiologicarum diligens, qui non uberiorem desideraret commendationem veritatis. Non deerant quoque qui omnia in electricitatem hypothesium damna adducerent, illud forte minus animadvertentes, alias quoque invectas physiologicas opiniones hypotheses esse. Interea sedulo exploratori, quamvis primum se difficilem præbuerit natura, tamen pluries ac pluries interrogata ejus & votis, & diligentiæ respondit insperato anteacti laboris præmio cumulatissimo. Præclara tandem & Physiologiæ, & Galvanio effulsit dies, qua animalem electricitatem, quam sibi mente confixerat, nedum evolvit, explicavit, sed suismet oculis cernere, manibus pertractare, quo vellet deducere potuit.

§. XXXI. Galvanii autem Commentario vix primum in lucem edito, animalis electricæ theoriæ illustrandæ occasio se obtulit opportunissima. Quæ enim animalem electricitatem adamare cœperat studiosa juventus, a Galvanio instans efflagitavit, ut quando pro instituti sui ratione Nerveologiam publice tradere decrevisset, sua quoque ipsa oratione novum systema explanandum

(1) Les Physiologiſtes, qui le croyent analogue à l'éther, ou au fluide électrique, se fondent sur des faits, & des experiences curieuses, qui paroissent toutes déposer en faveur de la nature électrique du fluide nerveux. = Collection des Œuvres de Bonnet. Tom. 8. Neuchatel 1781.

Digitized by Google

dum, illustrandumque susciperet. Hinc magna auditorum frequentia physiologicæ habitæ exercitationes, quibus experimenta, quæ propositam theoriæ partem illustrarent, adjiciebantur. Institutas in animalem electricitatem accusationes nunquam Galvanius dissimulans vitavit, imo illas publica oratione candide exposuit, expenditque modesta censura, quam non alienæ industriæ detrectatio, sed solus excitaverat amor veritatis. Ego vero, cum tunc temporis gratissimam amantissimo avunculo navarem operam in physicis periculis publice capiendis, non potui quin meo, & aliorum nomine ipsum rogarem, ut iterum edendi sui commentarii occasione oblata, vellet ipsum recentioribus captis experimentis, atque propositis conjecturis locupletare. Cum alio distentus id sibi minime sumere posset, annuit ut perficerem ipse, pluraque communicavit humaniter, quæ adjectarum commentario adnotationum argumentum præbuerunt. Acceptissimum porro fuit, & Galvanio cui plurimum debebam morem gerere, & animalis simul electricæ theoriæ incrementis prospicere.

§. XXXII. Galvanius denique in quarta sui commentarii parte, ne quidquam intentatum relinqueret, musculares fibras perinde ac totidem animales leydenses phialas sibi confinxit, eamque hypothesim vel simplicitate sua, vel quadam in muscularis motus difficilioribus phænomenis explicandis felicitate, maxime adamavit. Quod vero eos decet, qui veritatis amatores se profitentur, & revera sunt, non arroganter suæ nimium fidit sententiæ, ab ea imo facile discessurus, modo aliam senserit probabiliorem. Atque hæc quidem non ideo commemoro, quod eorum consilium probandum existimem, qui cum ad animalis electricitatis leges investigandas se conferunt, si in aliquam forte incidant obscuritatis offensionem, statim præcipiti severiori judicio totum id omne, quod ejus certam prodit existentiam, contemnunt.

Si

Digitized by Google

Si enim philosophicarum opinionum fama, atque integritas, levi dumtaxat dubitatione proposita, in discrimen adduceretur, sane theorias illas humanarum cognitionum moderatrices, ac duces vel paucissimas haberemus, vel nullas. Quare melius suo nomini, atque Physiologiæ utilitati prospexisse videntur ii, qui inani difficultatum metu non dejiciendos animos, sed dulcissimo propositæ laudis præmio ad gloriam invitandos censuerunt. Si eximios viros, qui primum de circuitu sanguinis aliquid excogitarunt, contradictionis formido ab incœpto deterruisset, nobilissimo invento caruissemus, & multa, quæ in Physiologia modo aperta sunt & perspecta, in tenebris jacuissent.

DE

Digitized by Google

DE VIRIBUS ELECTRICITATIS IN MOTU MUSCULARI.

Optanti mihi, quæ laboribus non levibus post multa experimenta detegere in nervis, ac musculis contigit, ad eam utilitatem perducere, ut & occultæ eorum facultates in apertum, si fieri posset, ponerentur, & eorumdem morbis tutius mederi possemus, nihil ad hujusmodi desiderium explendum idoneum magis visum est, quam si hæc ipsa qualiacumque inventa publici tandem juris facerem. Docti enim præstantesque viri poterunt nostra legendo, suis meditationibus suisque experimentis non solum hæc ipsa majora efficere, sed etiam illa assequi, quæ nos conati quidem sumus, sed fortasse minime consecuti.

Equidem in votis erat, sin minus perfectum, & absolutum, quod numquam forte potuissem, non rude saltem, atque vix inchoatum opus in publicam lucem proferre; at cum neque tempus, neque otium, neque ingenii vires ita mihi suppetere intelligerem, ut illud absolverem, malui sane æquissimo huic desiderio meo deesse, quam rei utilitati.

Operæ itaque pretium facturum me esse existimavi, si brevem, & accuratam inventorum historiam afferrem eo ordine, & ratione, qua mihi illa partim casus, & fortuna obtulit, partim industria, & diligentia detexit; non tantum ne plus mihi quam fortunæ, aut plus fortunæ quam mihi tribuatur, sed ut vel iis, qui hanc ipsam experiendi viam inire voluissent, facem præferremus aliquam, vel saltem honesto doctorum hominum desiderio satisfaceremus, qui solent rerum, quæ novitatem in se recondunt aliquam, vel origine ipsa principioque delectari.

Experimentorum vero narrationi corollaria nonnulla, nonnullasque conjecturas, & hypotheses adjungam eo maxime consilio, ut novis capiendis experimentis viam sternamus aliquam, qua sin minus ad veritatem pervenire possimus, novus saltem ad eamdem aditus aperiatur. Res autem ab hujusmodi profecta initio est.

DE VIRIBUS ELECTRICITATIS ARTIFICIALIS

IN MOTU MUSCULARI.

PARS PRIMA.

RAnam dissecui, atque præparavi ut in *Fig.* II. *Tab.* 1., eamque in tabula, omnia mihi alia proponens, in qua erat machina electrica *Fig.* I. *Tab.* 1., collocavi ab ejus conductore penitus sejunctam, atque haud brevi intervallo dissitam; dum scalpelli cuspidem unus ex iis, qui mihi operam dabant, cruralibus hujus ranæ internis nervis DD casu vel leviter admoveret, continuo omnes artuum musculi ita contrahi visi sunt, ut in vehementiores incidisse tonicas convulsiones viderentur. Eorum vero alter, qui nobis electricitatem tentantibus præsto erat, animadvertere sibi visus est, rem contingere dum ex conductore machinæ scintilla extorqueretur. Rei novitatem ille admiratus de eadem statim me alia omnino molientem, ac mecum ipso cogitantem admonuit. Hic ego incredibili sum studio, & cupiditate incensus idem experiundi, & quod occultum in re esset in lucem proferendi. Admovi propterea & ipse scalpelli cuspidem uni vel alteri crurali nervo, quo tempore unus aliquis ex iis, qui aderant, scintillam eliceret. Phænomenon eadem omnino ratione contigit; vehementes nimirum contractiones in singulos artuum musculos, perinde ac si tetano præparatum animal esset correptum, eodem ipso temporis momento inducebantur, quo scintillæ extorquerentur.

At metuens, ne ii ipsi motus a cuspidis potius contactu, qui pro stimulo forte esset, quam a scintilla orirentur, eosdem nervos iterum eadem ratione in aliis ranis cuspide tentavi, & quidem gravius, quin ulla tamen scintilla tunc temporis ab aliquo eliceretur; at nulli omnino visi sunt motus. Hinc mecum ipse putavi, forte ad phænomenon inducendum & contactum ali-

cu-

Digitized by Google

cujus corporis, & scintillæ jactum una requiri. Quamobrem scalpelli aciem iterum nervis apposui immotamque detinui, tum quo tempore scintilla extraheretur, tum quo tempore machina perfecte quiesceret. At phænomenon educta dumtaxat scintilla prodiit.

Experimentum iteravimus eodem semper scalpello adhibito: verum non sine nostra admiratione interdum educta scintilla recensiti motus contigebant, interdum deficiebant.

Rei novitate permoti aliis atque aliis rationibus rem tentare, & experiri instituimus idem tamen scalpellum adhibentes, ut inopinati discriminis causas, si fieri posset, assequeremur; neque inanis novus hic extitit labor; comperimus enim rem omnem variæ scalpelli parti, qua illud digitis detineremus, esse tribuendam: siquidem cum osseum manubrium scalpellum haberet, dum idem manubrium manu comprehenderetur, educta scintilla nulli prodibant motus, prodibant vero digitis appositis aut laminæ metallicæ, aut ferreis clavulis scalpelli laminam firmantibus.

Itaque cum aridiora ossa idioelectricam, lamina vero metallica, & clavi ferrei deferentem, seu anelectricam, ut ajunt, præseferant naturam, in eam suspicionem venimus, forte contingere, ut cum digitis osseum manubrium detineremus, tum electrico fluido, quacumque ratione in ranam agenti, omnis cohiberetur aditus, concederetur vero, cum laminam, aut clavos cum eadem communicantes apprehenderemus.

Hinc ut rem extra omnem poneremus dubitationem, scalpelli vice tenui cylindro modo vitreo H *Fig.* 2. ab omni humiditate, & pulvisculo perpolito, modo ferreo G usi fuimus; vitreo non tangebamus modo, sed veluti perfricabamus crurales nervos, quo tempore scintilla eliceretur, at omni irrita industria numquam phænomenon prodiit, licet & innumeræ, & vehementiores scintillæ a machinæ conductore, & exigua ab animali distantia extorquerentur; prodiit vero vel leviter apposito iisdem nervis ferreo cylindro, exiguisque eductis scintillis.

Hinc plane nobis constitit, quæ suspicati fuimus, vera esse, & deferentis corporis contactum cum nervis requiri, ut phænomenon contigeret. Verum cum & corpus, quo attingerentur nervi, & homo, qui eosdem tangeret, adhiberetur, ferreum cylindrum G iisdem nervis apposuimus, quin tamen illum manibus detineremus, ut ea ratione constaret, utrum homini, & ferreo cylindro, an huic tantum phænomenon esset adscribendum. Rebus sic dispositis nullus contigit, educta scintilla, mus-

Digitized by Google

culorum motus. Filum propterea KK cilindri loco valde longum adhibuimus visuri, utrum illud hominis defectum quodammodo repararet, nec ne; en iterum scintillæ jactu musculorum contractiones.

His observatis perspicuum nobis fuit, non solum deferens corpus nervis applicitum, sed certam quoque ejusdem magnitudinem, atque extensionem ad habendum phænomenon requiri. Hujusmodi deferens liceat nobis imposterum perspicuitatis, non brevitatis causa, nervorum appellare conductorem.

Hujus autem conductoris extremitati ranam per exiguum uncum ejusdem spinali medullæ infixum *Fig.* 2. nectebamus, atque modo ranam versus machinam collocabamus, modo collocabamus ejusdem conductorem, ita ut rana nunc prope machinam esset, nunc longe ab eadem distaret (1), & propterea nunc pedes, nunc præparati nervi machinæ obverterentur, nunc ante, nunc post se conductorem haberet; nihilominus contractiones æque semper obtinebantur.

Perquisivimus præterea num phænomenon in præparatis animalibus obtineretur loco etiam a machina valde dissito, idque longissimis nervorum conductoribus adhibitis. Res autem eo deducta fuit, ut ferreo filo centum, & ultra ulnas longo adhibito, contractiones tamen musculorum, educta scintilla, tanto a machina intervallo oborirentur. Periculum hac ratione instituimus. Ferreum filum FEE, *Fig.* 3., filis sericis suspendimus, atque, ut ajunt Physici, insulavimus. Extremitatem unam per fila pariter serica clavo muro infixo F alligavimus, alteram longe a machina pro fili longitudine in alia, atque alia cubicula produximus; huic filum aliud ferreum B, cujus extremitati erat rana appensa, conjunximus loco C; atque commodi causa in vitreo vase A ranam conclusimus, cujus vasis fundum materia quædam deferens replevisset, ut acqua, ex. causa, aut minimi glo-

(1) Excitata electricitate tanta undique atmosphæra effunditur ut educta e conductore scintilla, ab eodem longe dissita rana extemplo contrahatur. In publicis physiologico-electricis Galvanii exercitationibus cum experimenta in ranis caperentur aliis in tabula lignea prope conductorem positis, ad pedes quatuor aliis, aliis denique ad octo, certi quidem musculares motus apparuere. Quin imo electricitatis tanta poteſtas fuit, ut rana extra ſenestram occlusis vitris sub dio locata, conspicuis adhuc muscularibus motibus, scintilla intra cubiculum excitata, corriperetur.

Digitized by Google

globuli plumbei venatorii, quibus melius experimentum cedebat. Educta autem e conductore machinæ ſcintilla, mirum ſane, detruncata rana in tanta diſtantia movebatur, & ferme ſubſiliebat. Idem contingebat, ſi rana extra vitreum vas educta eadem ratione conductori E E appenderetur, ac longe promptius, ſi ejuſdem pedibus deferens aliquod corpus adjungeretur, quod cum tellure communicaret.

Re in conductore inſulato comperta, quid non inſulato contingeret exploravimus.

Idem propterea ferreum filum E E aliis atque aliis cardinibus januarum alligavimus cubiculorum noſtræ domus, quæ ſex numero erant, cæteris rebus, ut antea, comparatis; minores quidem, at aliquæ in præparata rana, dum eliceretur ſcintilla, contractiones prodibant.

His perſpectis placuit etiam experiri, an juxta omnes directiones, atque in orbem, ut par erat credere, hujuſmodi electricitatis vis ageret, ſeſeque diffunderet. Aliis itaque atque aliis nervorum conductoribus in orbem circa machinæ conductorem diſpoſitis, non exigua ab eadem diſtantia, eorumque ſingulis præparata rana appenſa, atque ſcintilla educta, jucundo ſane ſpectaculo, uno eodemque tempore ranæ ſingulæ haud raro movebantur, maxime dum corpus deferens, ut in ſuperiori experimento, ſingularum pedibus apponeretur, atque potiſſimum dum illud ad tellurem uſque produceretur, quod facile perficiebatur, vel ſingulis ranarum pedibus longo filo metallico affixo, vel ſi digitis eædem apprehenderentur.

At vero deferentium corporum, quæ pedibus addantur, vel utilitas, vel neceſſitas comperta cupiditatem nobis injecit alia de hac re capiendi pericula; quibus peractis conſtitit, deferentia corpora muſculis addita ad contractiones obtinendas, vel interdum abſque nervorum conductoribus ſola ſufficere, vel certe haud parum conducere; eoque magis, quo majora eadem fuerint, majorique excelluerint deferendi poteſtate, potiſſimum vero ſi cum tellure eadem communicaverint; at minime tantum poſſe, quantum illa, quæ nervis addere conſuevimus.

Hæc deferentia muſculorum conductores imposterum appellabimus, ut a conductoribus, quos diximus, nervorum commode diſtinguantur.

Jam vero nullas ſubſequi educta ſcintilla contractiones vidimus, licet muſculis ſuum adderemus conductorem, ſi nervorum

con-

conductor longe a machina productus cohibenti aliquo corpore interciperetur, ut si partim deferenti substantia ex. gr. metallica, partim cohibenti, ut vitrea, aut resinosa, aut serica de industria conficiatur, quemadmodum si conductor B *Fig.* 3. conductori EE non in puncto C nectatur, sed laqueo serico suspendatur; novum sane, nec dubium de electricitate per hujusmodi conductores excurrente argumentum.

At non intercepto solum, sed omnino etiam interrupto conductore rem tentavimus, interruptique conductoris extremitatibus ad minimam etiam ab invicem distantiam collocatis. Phænomenon nullum omnino fuit.

Sed alia præterea ratione liberum electricitatis iter per conductorem intercipere studuimus, præparatum scilicet animal in cohibente plano posuimus, ejus vero nervorum conductorem minime, ut antea, aut cum nervis, aut cum spinali medulla conjunximus, sed ita in eodem plano deposuimus, ut ejus extremitas aliquot lineas, interdum etiam pollicem, ab iisdem distaret; contractiones elicita scintilla prodierunt, prodierunt quoque artubus deferenti plano, nervis vero cohibenti eadem distantia superpositis, vel his ipsis nervis inter digitos in altum suspensis, brevi demum vel longo nervorum conductore adhibito, proptereaque animali vel prope machinam, vel longe ab eadem existente; penitus autem deficiebant, si nervi eorumque conductor ab iisdem, ut supra sejunctus, in deferenti plano consisterent.

Neque explorare prætermisimus, an hæc eadem, quæcumque fuerit electricitas, conductorum non superficiem, sed substantiam tantum libere pervadens, contractiones nihilominus, de quibus sæpius diximus, excitaret. Hinc filum ferreum, quod nervorum conductorem efficiebat, totum cohibenti materia, cera nempe vulgari, aut obsignatoria, vel pice ejusdem exceptis extremitatibus, teximus, & obduximus. At, scintilla educta, contractiones ut in libero conductore prodierunt.

His autem singulis longa experimentorum serie exploratis confirmatisque, licuit non modo hujusmodi contractionum phænomenon electricitati adscribere, sed conditiones etiam, ac veluti leges quasdam animadvertere, quibus obstringeretur.

Hujusmodi itaque contractiones musculares visæ nobis sunt ad certos usque limites rationem sequi directam cum virium scintillæ, & animalis, tum extensionis conductorum maxime nervorum; inversam autem distantiarum a machinæ conductore.

Item

Digitized by Google

Item plerumque majores nobis eædem contractiones apparuerunt; cum animal in eadem tabula, in qua erat machina, esset collocatum, atque tabula oleoso pigmento esset obducta, vel cum animal a tabula remotum in cohibenti potius, quam in deferenti substantia sterneretur.

Dixi rationem quidem directam visam mihi fuisse in contractionibus servari, sed certis dumtaxat limitibus. Inventa enim, puta, certa conductoris nervorum extensione, quæ ad effectum satis sit, hanc si imminuas, contractiones non minuuntur, sed deficiunt; si vero augeas, contractiones quidem invalescunt, at usque dum ad certam extensionem pervenias, ultra quam nervorum conductorem quantumvis protrahas, vix ac ne vix quidem illæ adaugentur: idemque de cæteris expositæ rationis elementis dici potest.

At vero tanta scintillæ a machinæ conductore extortæ ad excitandos musculares motus facultas observata, majores longe contractiones ab electrica illa flamma, quæ dum quadratum magicum exoneratur erumpit, videbatur nobis polliceri. At res secus omnino cessit; nulli enim non sine nostra admiratione in præparato de more animali prodierunt motus.

At vero his in positiva, ut ajunt, electricitate tentatis, reliquum nobis visum fuit, similia quoque in negativa periclitari. Primo itaque electricam machinam, & eum, qui illam versabat, insulavimus. Hic manu tenebat ferreum cylindrum, cui ranas suis conductoribus instructas, ut opus erat, appropinquabamus; ranæ in plano vitreo erant collocatæ, ne quid vicina corpora illis tribuerent electricitatis. Tunc qui machinam volvebat ferreo, quem diximus, cylindro scintillas e propinquis de industria corporibus eliciebat: perinde contractiones in præparatis ranis haberi vidimus, atque scintillis e machinæ non insulatæ conductore extortis haberentur.

Altera præterea ratione negativam electricitatem tentavimus, quæ fuit hujusmodi. Ad certam distantiam a negativa superficie leidensis phialæ nervorum conductorem C *Fig.* 4 collocavimus, tum ab onerata, ut ajunt Physici, superficie, seu ab illa, quæ positiva erat electricitate donata, scintillas eliciebamus *Fig.* 5. Ranæ movebantur pari ratione, atque adhibita electricitate positiva; movebantur etiam, licet ferreum filum, quod nervorum conductorem constituebat, nonnihil ab externa phialæ superficie distaret, & licet totum longo vitreo tubo fuisset inclusum, &

Digitized by Google

ipsa quoque rana in vitreo vase servata, si hujus tubi aperta extremitas jam dictæ externæ phialæ superficiei aptaretur. Obtinebantur porro eædem contractiones, sive educeretur scintilla ab unco leidensis phialæ eo ipso tempore, quo electricitate eadem phiala, ut ajunt, oneraretur, sive paulo post, sive educeretur eo ipso in loco, in quo illa onerabatur, sive alibi, & longe a machina asportata.

Hæc porro conspicienda occurrebant non solum nervorum; sed musculorum dumtaxat conductore ranis instructis: uno verbo cuncta in hoc phialæ experimento cedebant, ut in illo machinæ, licet præparatum animal neque ab externa ejusdem phialæ superficie, neque a vicinis corporibus, neque ab idoneo alio fonte posset electricitatem recipere.

Sed placuit etiam alia ratione negative electricas superficies tentare, atque ab iisdem scintillulas eliciendo, in hujusmodi contractiones inquirere; præparatam nempe ranam in superficie superiori quadrati magici, ad quam de industria confluebat machinæ electricitas, collocavi, scintillam ex inferiori superficie eliciebam tum quiescente, tum rotante machina. Quiescente raro, aliquando tamen, sed illico tantum a machinæ quiete; rotante vero numquam consuetæ musculorum contractiones non præsto fuerunt.

His vero electricæ machinæ ope tentatis, electrophori quoque electricitatem ad experimentum vocavimus, ne ullum electricitatis genus scintillam exhibens prætermitteremus. Ab electrophori propterea clypeo scintillam eduximus, & consuetum muscularium contractionum se se obtulit phænomenon, at non ad magnas illud distantias, ut dum e machinæ conductore scintilla extorqueretur, sed ad exiguas admodum: contractiones autem ipsæ exiguæ valde extiterunt. Quamquam vero tot habitis de electricitatis viribus periculis dubitare vix, ac ne vix quidem de phænomeni causa nobis licere videretur, tamen ad rem magis magisque comprobandam aptius nihil occurrebat, quam animalis conductoribus exquisitissima electrometra admovere.

His itaque exiguum electrometrum more clarissimi Voltæ constructum aptavimus, cujus paleas, quo essent ad experimentum aptiores, tenuissimo stamni folio una parte obduximus: capto periculo cum essent conductores insulati in rotatione machinæ, paleæ haud raro ab invicem diducebantur, concidebant vero sæpe in scintillæ jactu; cum vero essent liberi ne minimum

qui-

Digitized by Google

quidem in rotatione machinæ a se mutuo paleæ recedebant, in scintillæ autem extorsione exiguos subsultus, minimasque edebant vibrationes, quæ sane aliquem electricitatis per conductores animalis excursum videntur indicare, quo tempore extorta scintilla contractiones excitantur.

Jam vero ut res extra omnem dubitationem poneretur, variis rationibus aditum omnem electrico machinæ fluido quacumque ratione agenti cum in animal, tum in ejus conductores cohibere moliti fuimus. Primo itaque animal vitreo vase inclusi, deinde perforato pariete, prope quem erat machina electrica, & huic foramini, quod totam muri crassitiem pervadebat, vitreo tubo inserto, orificium vasis ita glutinis ope perforato muro aptavi, ut nervorum conductor per insertum tubum transiens ex opposita muri facie in proximum cubiculum propenderet. Scintilla e machinæ conductore educta en musculares motus.

Inversa quoque ratione animal, & ejus conductorem collocavi: conductorem scilicet in vase ubi primo erat animal, animal ubi primo propendebat conductor, tum iisdem, ac antea artificiis cuncta disposui, scintillamque extorsi, iidemque prodierunt motus.

At quamquam hoc experimenti genere via omnis electrico machinæ fluido videretur interclusa, nihilominus machinulam excogitavi, atque construxi *Fig.* 6. quæ longe simplicior, atque commodior erat hactenus descripto apparatu, quæque ad varias e machina distantias facile collocari, & intra quam non modo animal, sed cum nervorum, tum musculorum poterat conductor apte recondi, & claudi.

Est autem machinula hujusmodi. E duobus vitreis vasis componitur, quorum unum alteri superincumbit. In superiori nervorum conductor adest, quem commodi causa plumbei minutique globuli venatorii possunt efficere; in inferiori animal una cum similibus globulis, qui vices gerere conductoris musculorum queunt, cum in iis animal pedibus veluti insistendo habeat eosdem quasi musculis adjunctos.

Animal, & in eo situ facile detinetur, & communicationem habet cum conductore superioris vasis ope ferrei fili, cui per spinalem medullam appenditur, quod & ejusdem vasis obturamento ex subere confecto infixum est, & in ipsius cavo eminet, plumbeisque globulis circumducitur, & tegitur.

Digitized by Google

Hujusmodi porro obturamento præcavetur, ne dum vas superius invertitur, ut alteri superimponatur, globuli plumbei ab eodem exeant; ne vero idem vas facile ab inferiori disjungatur, neve electricum fluidum per rimas, quæ facile inter vasis utriusque orificia superesse possunt, viam sibi aliquam queat sternere, peculiari quodam glutine ex cera, & terebinthina composito vasorum ora nectuntur, & conglutinantur firmiter quidem, sed ita tamen, ut pro lubitu, & opportunitate separari, iterumque jungi vasa possint.

Hac autem machinula in ea tabula collocata, in qua est electrica machina, ad certam ab ejusdem machinæ conductore distantiam, eductaque scintilla non iidem modo, sed vehementiores visi sunt motus, quam dum libero aeri animal ejusque conductores paterent, & leges, quas supra indicavimus, in ipsis motibus muscularibus data proportione servabantur. His visis facile a prima sententia discessissem, qua excitatam electricitatem conductoris machinæ quacumque ratione ac via in scintillæ extorsione agentem horum muscularium motuum originem, & causam existimabam, nisi ad eamdem me revocassent & habita superius pericula, & oborta potissimum mihi quædam suspicio, ne interioris vitreæ superficiei electricitati in animal ejusque conductores tempore ejaculationis scintillæ agenti phænomenon esset maxime adscribendum; in qua quidem suspicione cum alia deinceps instituta pericula, tum in primis conspecti motus electrometri in eadem machinula collocati omnino me confirmarunt. Levissimi enim globuli, filaque, quibus erat electrometrum compositum, dum versabatur machina, situm confestim mutabant, atque ab invicem diducebantur, dum vero eliciebantur scintillæ, in pristinum situm atque contactum restituebantur.

Jam vero his atque aliis peractis atque compertis illud demum ad majorem e nostris periculis utilitatem depromendam reliquum videbatur, ut ea in viventibus quoque animalibus instituerentur.

Id autem fecimus crurali nervo non intra ventrem, ne facile animalia occiderent, sed in femore dissecto, & a contiguis partibus sejuncto, atque extra musculos deducto, eique conductore apposito; contractiones per scintillæ jactum in respondente crure utique prodierunt, minores dumtaxat, ut visum nobis fuit, quam in mortuo animali.

At

At cum in singulis hactenus expositis experimentis per interjectum aerem animal, & machinæ, ejusque conductor inter se communicarent, placuit etiam experiri, quid contingeret hac ipsa communicatione primo interrupta, deinde penitus sublata.

Primum sic perfeci; machinulam una cum præparato animali, suisque conductoribus instructo, ut in *Fig.* 6. sub vitreo vase collocavi, loco ab electrica machina parum dissito; scintillam tum eduxi, motus de more prodierunt.

Hoc ipsum vas una cum inclusa machinula sub altero longe majori, atque hoc sub alio adhuc majori posui: iterum scintilla elicita similes contigerunt motus, languidiores quidem, quo major erat recipientium numerus, eorumque parietum crassities.

Post hæc omnem aeris communicationem inter animal, & electricam machinam cohibui. Posita nempe machinula, in qua erat animal, sub recipiente machinæ pneumaticæ loco ab electricæ machinæ conductore nonnihil dissito, & superiori machinulæ vase perforato, quo posset aer per repetitas exantlationes ab eadem educi: aere autem modo educto, modo non, scintillam extorquebam: habitæ sunt contractiones in utroque casu, neque, ut visum est, admodum dissimiles.

Age vero tam variis tentata rationibus electricitate per scintillam agente, non sine diligentia & labore perquisivimus num eadem aliis quoque viribus ac rationibus in musculari motu imperium exerceret suum. Licuit vero interdum musculares contractiones observare, si nervorum conductor B *Fig.* 3. electricæ machinæ conductori quam proxime collocaretur, tum clypeus electrophori a resinoso plano attolleretur, vel si idem clypeus proxime ad eumdem conductorem transferretur, ubi electrophorum fuerit ab eodem conductore valde dissitum, quin tamen scintilla eliceretur ulla. (2)

 Hæc

(2) Cum nobis pro muneris noſtri ratione in Scientiarum Inſtituto eſſent de animali electricitate pericula publice inſtituenda, æquum quidem eſt visum, ut systemati ab Avunculo amantissimo proposito obsequens Nepos qualemcumque industriam adjungerem meam, ac voluntatem. Itaque ad ingens electrophorum cujus metallica basis duos, & amplius pedes diametro æquat, ventum est. In aliqua ab electrophoro distantia rana collocata, est semper edita contractio, dum electrophori superficiei insidens clypeus manu, vel

Hæc in animalibus, quæ frigida appellantur. Quibus tentatis atque inventis nihil magis fuit in votis, quam vel eadem, vel

---

alio deferenti corpore onerabatur electricitate: proclive autem erat habitos motus a naturali ranæ electricitate repetere, quæ dum circumpositus aer exoneraretur ab eadem rana discludebatur.

Relicto electrophoro quid in insulata Leydensi lagena contingeret periclitari consilium fuit. Ad id me potissimum sæpe sæpius institutum experimentum incitabat: in onerata scilicet lagena Leydensi insulata ab interna primum armatura scintillas educebam quæ languidiores factæ sensim interibant, mox ab externa armatura, donec ex hac quoque nulla prodirent signa electricitatis. Rursus internam periclitatus armaturam, electricæ scintillæ apparebant, quibus cessantibus novam externa superficies electricitatem ferebat. Itaque tertio & quarto, imo aliquando ad dimidiam fere horam cum in una armatura electricitas deficeret, statim in altera præsto erat, donec extinctis utrinque electricitatis indiciis, arcu metallico ad utramque superficiem admoto conspicua, & insperata scintilla prodibat. Quo facto ad ranas iterum me contuli: appendebantur ranæ duæ metallicis uncis, altera (*Fig.* 22. *Tab. IV.*) externæ armaturæ DC, altera internæ A B; illarum pedes metallicis insulatis planis nitebantur, quæ cochlearum ope attolli pro arbitrio demittique poterant. His positis ut antea sejunctim repetitis vicibus internam phialæ superficiem exoneravimus: interim constantes fuere in utraque rana novæ contractiones, dum externa superficies gradatim exonerabatur; in hac vero deficiente electricitate, deficiebant quoque contractiones, quæ iterum externam, internamque armaturam alternis vicibus exonerando diu constanterque apparuere.

Cum armatis omnibus cohibentibus corporibus ea sit proposita lex, ut quantum ex una armatura electricitatis detrahatur, tantundem ad alteram redundet, intelligitur profecto internam armaturam exonerari non posse, quin etiam electricitatis portio in rana B insidentis resiliat, cum & ipsa internæ armaturæ pars sit. En in hac jactura contractionis causa. Amissa vero in interna armatura electricitas a corporibus, quæ in externa adsunt, rependitur, atque ideo etiam a rana D, quæ externæ armaturæ partem constituit, proindeque aliqua & in ipsa exoriatur oportet contractio; hincque unam alteramque armaturam vicissim exonerando, utraque rana contrahitur.

Ne quid porro intentatum superesset quo in musculari motu communicatæ electricitatis potestas magis pateret, ad condensatorem confugimus. Electricam Leydensem phialam metallico arcu semel, iterumve exoneratam publice contrectabam, ut sensibilis reliquæ electricitatis suspicio omnis abesset. Illa vero quamquam notis artificiis minime se proderet, reliqua tamen erat aliqua, quam usitata methodo ad *condensatorem* detuli. Phialæ aderant duæ vitreæ eadem præditæ magnitudine, quarum una electrometrum, altera appensam ranam notis conductoribus munitam continebat. Evectum condensatoris clypeum modo levi electrometro, modo ranæ admovimus: nullus in illo motus, constantes in hac contractiones contigerunt: ex quo licet colligere, quod luculentissimis experimentis solertissimus Volta detexit, ranas nempe ex omnibus adhuc inventis electrometris principem locum sibi vindicare.

Digitized by Google

vel similia in calidis quoque experiri, ut ex. gr. in pullis, in ovibus. Facto periculo idem prorsus in his fuit, ac in illis exitus. Sed alia opus in istis fuit præparatione; oportuit scilicet cruralem nervum non intra ventrem, sed extra, atque in femore ipso primum resecare, & a cæteris partibus sejungere, atque educere, tum eidem conductorem addere, scintillamque deinde e machinæ conductore elicere, crure vel viventi animali conjuncto, vel ab eodem quam primum resecto; secus enim consueta adhibita præparandarum ranarum ratione phænomenon omnino deficiebat, forte se contrahendorum musculorum facultate prius deficiente, quam absolvi longa illa, & multiplex præparatio queat.

At vero nonnulla in hoc experimentorum genere sive in calidis, sive in frigidis animalibus sunt postremo loco, eaque peculiaria, neque, ut arbitror, inutilia animadvertenda, quæ se se nobis numquam non obtulerunt. Alterum scilicet, præparata animalia eo esse ad phænomena aptiora, quo provectiori essent ætate, item quo magis albi eorum musculi essent, & sanguine deficerent, atque hinc forte musculares contractiones promptius & facilius, & longe diu excitari posse in frigidis, quam in calidis animalibus; habent enim illa præ istis sanguinem dilutiorem, difficilius concrescentem, atque a musculis propterea longe facilius defluentem: alterum vero præparata animalia, in quibus hæc electricitatis pericula capta fuerunt, longe citius corrumpi & putrescere, quam illa, quæ nullam electricitatis vim passa fuerint: postremo enarrata hactenus phænomena contingere quidem si fuerint, qua diximus ratione, animalia ad experimentum præparata, secus vero deficere. Si enim conductores non dissectæ spinali medullæ, aut nervis, ut consuevimus, sed vel cerebro, vel musculis apponantur, aut etiam infigantur, vel si nervorum conductores ad musculos usque protrahantur, vel si nervi de more a circumpositis partibus minime sejungantur, contractiones vel nullæ, vel admodum exiguæ sunt. Pleraque certe, quæ ex his periculis deteximus, accepta maxime referimus huic præparandi, & sejungendi nervos artificio.

DE

Digitized by Google

DE VIRIBUS ELECTRICITATIS ATMOSPHÆRICÆ IN MOTU MUSCULARI.

PARS SECUNDA.

DEtectis, quæ hactenus exposuimus de viribus electricitatis artificialis in muscularibus contractionibus, nihil fuit nobis potius, quam explorare utrum eadem phænomena præstaret electricitas atmosphærica quæ dicitur, nec ne: an scilicet, iisdem adhibitis artificiis, ut scintillarum sic fulgurum jactus musculares excitarent contractiones.

Longum itaque aptumque in libero aere conductorem, ferreum nempe filum in editiori domus loco ereximus, atque insulavimus *Fig.* 7., eique, tempestate in cælo coorta, vel præparatas ranas, vel præparata calidorum animalium crura, ut in *Fig.* 19. 20. *Tab.* II., per suos nervos appendimus. Alium etiam conductorem, ferreum scilicet aliud filum eorumdem pedibus addidimus, illudque longissimum, quod ad indicati in figura putei aquas usque pertingeret. Res autem ex voto, perinde ac in artificiali electricitate omnino cessit; quoties nempe erumpebant fulgura, toties eodem temporis momento musculi omnes in vehementes multiplicesque incidebant contractiones, ita ut quemadmodum fulgurum splendor, & lux solent, sic musculares eorum animalium motus contractionesque tonitruis præirent, atque de eisdem veluti commonefacerent; quin immo tantus fuit phænomenorum consensus, ut contractiones contingerent, tum nullo etiam addito musculorum conductore, tum illo nervorum minime insulato, quin immo præter spem, atque opinionem eadem licuit observare, conductore in humilioribus quoque locis collocato *Fig.* 8., potissimum si aut magna fuissent fulgura, aut e nubibus experimentorum loco propioribus erumperent, aut si quis ferreum filum T manibus tenuisset, quo tempore eadem fulgura jacerentur.

Phænomenon autem contingebat sive animal libero aeri pateret, sive commodi causa fuisset in apto vase inclusum, ut in *Fig.* 7., aut intra cubiculum detentum. Contingebat etiam, etsi nervorum conductor nonnihil a nervis ipsis distaret, fulguribus potissimum aut vehementioribus, aut propinquioribus, quemadmo-

modum evenire diximus in artificiali electricitate scintillis aut fortioribus aut propius animal extortis. Demum illud animadversione dignum occurrebat, quod non una tantum musculorum contractione res in fulgure, ut in scintilla, absolveretur omnis, sed pluribus sibi mutuo uno veluti temporis momento succedentibus, quarum numerus fragorum quasi numero, quos edere tonitrum consuevit, respondere videbatur.

Jam vero non fulguribus tantum tales prodibant contractiones, sed sæviente cælo, nubibusque prope elatos nervorum conductores transeuntibus, sponte ferme oboriebantur, quod cum contigisset, & electrometra haud levia dabant electricitatis indicia, & scintillæ non raro poterant extorqueri ab ipsismet in altum erectis conductoribus, secus ac ubi per ejaculata fulgura contractiones obtinerentur; tunc enim sæpius scintillæ eliciebantur nullæ, & exquisitiora electrometra vix ullam movebant de electricitate suspicionem.

Hujusmodi autem pericula non modo in extinctis animalibus, sed vel in viventibus fuerunt capta, & in utrisque apparuit phænomenon, nihilque eorum prætermissum fuit, quæ in artificiali electricitate experti fuimus, at cuncta eadem ferme contigerunt ratione. Illud quidem haud leve interesse discrimen primo adspectu visum fuit, quod præparatæ ranæ, quæ cum apto conductore in vitrea machinula *Fig.* 6. *Tab.* I. concludebantur certo ab electricæ machinæ conductore intervallo disjunctæ scintillæ jactu vehementer, ut diximus, commoverentur, fulgure autem e nubibus erumpente omnino quiescerent; forte quia vel si quæ ab electrica nube conductoris ope ad machinulam deferretur electricitas; ea exigua nimis esset, nimisque exiguam externæ ipsius superficiei partem occuparet, ut proinde ad contractiones inducendas non valeret, vel quia nulla forte ad eamdem machinulam deferretur; quemadmodum eadem ferme de causa eædem deficiunt in scintillæ jactu contractiones, si machinula non prope electricam machinam, sed prope illam conductoris E E *Fig.* 3. *Tab.* I. extremitatem collocetur, quæ longe ab eadem machina distet.

Re propterea diligenter animadversa similis apparet inter artificialem, & atmosphæricam electricitatem agendi ratio; forte ad eas obtinendas intra machinulam vitream contractiones, oportet, ut electrica atmosphæra vel tota, vel maxima sui parte eamdem

ma-

Digitized by Google

machinulam circumdet, quod ab hactenus exposito machinulæ situ, & experimento longe abesse videtur.

Verum non tantum phænomeno explorato, sed legibus quoque ad examen vocatis comperimus, easdem non dissimili ratione in atmosphærica electricitate servari ac in artificiali serventur.

Jam vero viribus perquisitis procellosæ, ut ajunt, electricitatis, nec non fulgurum, fulminumque, in mentem venit experiri etiam, quid æstivæ, ac serotinæ coruscationes præstarent in præparatis de more animalibus: hinc eadem animalia nostro conductori atmosphærico aptavimus, non solum fulgurante, sed etiam coruscante cælo. At contractiones tunc nullæ habitæ umquam sunt, forte quia, aut hujusmodi coruscationes ab electricitate non pendeant, aut si pendeant, vel loco nimis dissito, vel alia longe ratione contingant, quam fulgura solent. Sed hæc Physici maxime viderint.

DE VIRIBUS ELECTRICITATIS ANIMALIS IN MOTU MUSCULARI.

PARS TERTIA.

Viribus procellosæ atmosphæricæ electricitatis tentatis exarsit animus cupiditate diurnæ, & placidæ quoque electricitatis potestatem experiundi.

Qua de causa cum interdum vidissem præparatas ranas in ferreis cancellis, qui hortum quemdam pensilem nostræ domus circumdabant, collocatas uncis quoque æreis in spinali medulla instructas in consuetas contractiones incidisse, non solum fulgurante cælo, sed interdum etiam quiescente, ac sereno, putavi eas contractiones a mutationibus, quæ interdiu in atmosphærica electricitate contingunt, ortum ducere. Hinc non sine spe coepi harum mutationum effectus in muscularibus hisce motibus diligenter perquirere, & aliis atque aliis rationibus experiri. Quapropter diversis horis, idque per multos dies, animalia ad rem apposite accommodata inspiciebam; at vix ullus in eorum musculis motus. Vana tandem expectatione defatigatus coepi æreos uncos, quibus spinales medullæ infigebantur, adversus ferreos cancellos urgere, & comprimere, visurus an hoc artificii ge-

genere contractiones musculares excitarent, & pro vario atmoſphæræ, & electricitatis statu an quidquam varietatis, & mutationis præseferrent; contractiones quidem haud raro observavi, sed nulla ad varium atmosphæræ, atque electricitatis statum ratione habita.

Has tamen ego contractiones, cum non nisi in libero aere inspexissem, nondum enim rem aliis in locis tentaveram, parum abfuit, quin ab atmosphæræ electricitate in animal irrepta, atque in eo cumulata, & in unci cum cancellis ferreis contactu ab eodem rapide exeunte, tales contractiones repeterem; facile enim est in experiundo decipi, & quod videre, & invenire optamus, & vidisse, & invenisse arbitrari.

At cum in clausum cubiculum animal transtulissem, & super planum ferreum collocassem, infixumque spinali medullæ uncum adversus illud urgere coepissem, en eædem contractiones, iidem motus. Idem continuo aliis usus metallis, aliis in locis, aliisque horis, ac diebus præstiti; atque idem eventus; nisi quod contractiones pro metallorum diversitate essent diversæ, vehementiores scilicet in aliis, in aliis languidiores. Alia deinde corpora, sed quæ parum, aut nihil electricitatis deferrent, vitrea scilicet, gummosa, resinosa, lapidea, lignea, eaque arida, ad idem experimentum adhibere continuo in mentem venit; nihil simile contigit, nullas licuit musculares contractiones, motionesque inspicere. Hujusmodi sane eventus & admirationem attulit nobis haud levem, & coepit de electricitate ipsi animali inhærente suspicionem movere aliquam. Utramque autem auxit tenuissimi fluidi nervei circuitus veluti quidam, quem a nervis ad musculos, dum phænomenon contingeret, fieri, atque ad electricum circuitum, qui in leidensi phiala absolvitur, accedere, casu animadvertimus.

Nam dum ipse una manu præparatam ranam per uncum spinali medullæ infixum tenerem, idque agerem, ut pedibus in argentea insisteret capsula, altera vero manu ejusdem capsulæ planum, cui pedibus rana incumbebat, aut ejusdem latera, corpore aliquo metallico percuterem, præter spem ranam vidi in contractiones haud leves incidere, & quidem toties, quoties eodem uterer artificii genere.

His conspectis Rialpum rogavi Hispanum virum doctissimum olim *Societatis Jesu* socium, qui tunc mecum in villa optimi, ac nobilissimi Viri Jacobi Zambeccari rusticabatur, rogavi,

 in-

inquam, ut ipse quemadmodum in aliis experimentis perhumaniter consuevit, ita in hoc operam, atque adjutricem manum præberet, ranamque, ut ipse antea feci, teneret, dum ego capsulam iterum percuterem, idque tum commodi causa, tum ut experiundi rationem paulisper immutarem. At præter expectationem contractiones defecerunt; experimentum continuo ut antea, atque solus institui; statim redierunt.

Hoc sane me movit, ut ipse una manu animal, ut antea tenerem, altera Rialpi manum, eumque rogarem, ut ipse altera manu capsulam vel attingeret, vel percuteret, quo electricæ catenæ species veluti quædam constitueretur: idem statim contractionum phænomenon non sine nostra voluptate, atque admiratione contigit, quod iterum deficiebat, si manus disjungeremus, apparebat iterum si manus denuo conjungeremus.

Quamquam vero hæc ad fluidi nervei electricum veluti excursum per hominum catenam demonstrandum satis esse posse viderentur, nihilominus ut rem tantam, tantamque reconditem novitatem magis, magisque confirmaremus, voluimus, ut non manuum complexu, sed per intermedium aliquod corpus modo cohibens, cylindrum nempe vitreum, modo deferens, cylindrum scilicet metallicum, Rialpus, & ipse catenam constitueremus; periculo autem facto non sine voluptate vidimus phænomenon adhibito metallico cylindro prodire, adhibito autem vitreo omnino desinere, frustraque aut attingi, aut gravioribus ictibus deferentis corporis capsulam percuti; ut compertum propterea nos habere putaremus, electricitatem hujusmodi contractiones excitare, quacumque demum id efficeret ratione.

Verum, ut rem in aperto magis ponerem, opportunissimum mihi fuit ranam super cohibens planum, vitreum scilicet, aut resinosum collocare; tum arcum modo deferentem, modo vel totum, vel aliqua saltem ex parte cohibentem adhibere, ejusque extremitatem unam unco spinæ infixo; alteram aut crurum musculis, aut pedibus apponere. Periculo autem facto vidimus deferenti adhibito arcu *Fig.* 9. *Tab. II.* contractiones perfici, deficere vero penitus adhibito arcu partim deferenti, partim cohibenti, ut in *Fig.* 10. Arcus deferens ex ferreo filo erat, uncus vero ex filo æreo.

His porro detectis visum nobis fuit contractiones, quas ranis in plano metallico collocatis fieri diximus, dum uncus spinalis medullæ adversus idem planum urgeretur, a simili arcu re-

Digitized by Google

repetendas esse, cujus quidem vices planum metallicum quodammodo gereret, atque hinc fieri, ut illæ non excitarentur ranis supra cohibens aliquod planum positis, adhibitis licet iisdem omnino artificiis.

Hanc nostram opinionem casu observatum non injucundum phænomenon plane, si quid judico, confirmavit: si enim rana ita uno crure suspensa digitis teneatur, ut uncus spinali medullæ infixus planum aliquod argenteum attingat (3), alterum crus libere in idem planum labatur *Fig.* 11. *Tab. II.* statim ac hoc idem crus ipsum planum attingit, continuo musculi contrahuntur, unde crus assurgit, attolliturque, mox autem sponte relaxatum, atque iterum in planum relapsum, simul ac ad ejusdem contactum pervenit, iterum in altum eadem fertur de causa, sicque alterne attolli, & labi pergit deinceps, ita ut electricum veluti pendulum idem crus æmulari non sine aliqua observatoris admiratione, & voluptate videatur.

Hoc sane phænomenon facile est videre, quam commode & apte repeti possit a plano vices gerente cujusdam arcus prædicto circuitui aptissimi dum liberum crus ad idem planum appellit, eidem vero circuitui omnino imparis simul atque crus ab eodem recesserit. Hæc de metallico plano arcus vices gerente; neque dubia, neque obscura indicia sunt.

Dici autem vix potest, quæ sit hujus plani ad excitandas musculares contractiones facultas, & aptitudo, ea scilicet, qua contractiones obtineantur & magnæ, & frequentes, interdum etiam aliquandiu constantes, non modo si uncus spinali medullæ infixus, aut contra ipsum planum metallicum urgeatur, aut supra idem perfricetur, verum etiam simul atque ipse uncus idem planum attingat, atque si postquam attigerit, non nihil ejusdem cum plano contactus immutentur, ut si leviter vel planum percutias, supra quod est animal, vel corpora, in quæ

(3) Si argenteo plano aliud aureum sufficias phœnomenon vividius apparet. Ast si metallici plani loco vitreum adhibeas desiderandæ omnino erunt contractiones, arcu nempe a nervo ad musculos intermisso cohibentis corporis potestate. Nullo adhibito unco omnis stimuli suspicio removebitur, si tantum spinalis medulla metallico ſolio obducatur. Muscularis enim non languescit motus, imo augetur valde. Redditæ vero contractiones erunt ne a suſtinentis manus electricitate petendæ? Minime quidem; cum illæ promptissimæ appareant etiam si rana suſtineatur cohibenti filo.

idem planum incumbit. Sed de arcus veluti specie, quam metallicum planum refert, hactenus.

Antequam vero ab arcus usu, atque viribus sermo hic noster recedat, illud nolumus prætermittere ad ejusdem facultatem, ac pene dixerim necessitatem in hujusmodi muscularibus contractionibus demonstrandam quam maxime accommodatum, easdem scilicet obtineri, & haud raro clarius, promptiusque non uno tantum, sed duobus quoque arcubus, ea ratione dispositis, atque adhibitis, ut unius arcus extremitas una musculis, alterius arcus extremitas pariter una nervis admoveatur, duæ reliquæ ad mutuos contactus adducantur, aut si opus est invicem perfricentur *Fig.* 12. In quo sane id peculiare videtur, electricitatem hujusmodi contractiones inducentem, neque per manuum cum utroque arcu contactum, neque per repetitos contactus arcuum cum partibus animalis diffundi admodum, ac dissipari.

Sed illud præterea peculiare, atque animadversione dignum, languentibus potissimum præparatorum animalium viribus, circa conductores arcus, aut deferentia plana contigit nobis sæpissime observare, variam nempe eorum, ac multiplicem metallicam substantiam cum ad obtinendas, tum ad adaugendas contractiones musculares multum posse, & quidem longe magis, quam una eademque metallica substantia. Ita ex. gr. si arcus totus ferreus fuerit, aut ferreus uncus, & ferreum item planum deferens, sæpe sæpius aut deficient contractiones, aut erunt perexiguæ. Si vero eorum alterum ferreum ex. gr. fuerit, æreum alterum, multo magis si argenteum (argentum enim præ cæteris metallis ad deferendam animalem electricitatem visum est nobis idoneum) contractiones continuo, & longe majores, & longe diutius prodibunt. Idem contigit una eademque cohibentis plani superficie, duobus ab invicem disjunctis locis, folio pariter metallico sed dissimili obducta, ut scilicet si uno in loco stamni folium adhibeas, in altero aurichalci, contractiones ut plurimum longe majores contingant, quam si uno eodemque metallo, ac folio, argenteo licet, fuerit uterque locus obductus, seu, ut inquiunt, armatus (4).

At

(4) Hoc phœnomeni genus nedum solidis, verum etiam fluidis armaturis commune est; &, quemadmodum in solidis metallorum diversitas, sic in fluidis eorundem heterogeneitas ad contractiones excitandas plurimum confert. Sint itaque vasa duo mercurio referta *Tab. II. Fig.* 18., quorum alterum ranæ spinalem medullam, alterum musculos excipiat; admoto utrin-

At vero hujusmodi circuitu fluidi nervei, quasi electrici ignis, detecto, illud sane consequens videbatur, duplicem, eamque aut dissimilem, aut potius contrariam electricitatem hoc phænomenon producere, quemadmodum duplex, vel in leidensi phiala, vel in quadrato magico electricitas illa est, per quam electricum fluidum suum in iis veluti circulum absolvit; nequit enim electricitatis excursus, atque circuitus demonstrantibus Physicis haberi, nisi in æquilibrii reparatione, atque vel solum, vel potissimum inter contrarias electricitates. In uno autem eodemque metallo latere illas omnino a natura alienum, & observationibus contrarium videbatur: reliquum igitur erat, ut in ani-

---

que arcu rana contrahitur. At ſi vaſorum unum hydrargiro repleas, aqua alterum, contractiones miraberis longe vehementiores, quæ aliquando fiunt tanto impetu, ut rana e vasis ipsis in ſubjectum planum ad aliquod intervallum prosiliat. Si mercurii libellæ minima frustula insideant, aut serica, aut vitrea, vel resinosa, vividæ, constantesque erunt contractiones si arcus ad mercurium, nullæ si ad innatantia cohibentia corpora deferatur. Communis vero electricitatis legibus adeo fideliter animalis electricitas paret, ut quæ antea subtilissimum stratum sericum minime transgrederetur, eadem metallicum corpus non levi crassitie eidem hydrargiro innatans facile transgrediatur. Ad contractiones autem excitandas parum omnino interest, vasa in quibus fluida continentur vitrea ne sint, an lignea, aut fictilia. Non enim e vaſis, ſed ex ipsis animantibus electricitas omnis dimanat. Neque quidquam felicem experimenti exitum perturbabis, si vasorum alterum adhibeas refertum mercurio, alterum aut lacte, vel bile, vel sero, vel sanguine: desiderantur penitus contractiones si vasorum alterum oleo, alterum fluido quocumque deferenti instructum sit.

Si in duobus vasis ranam excipientibus metallicum filum ambas fluidas deferentes ſuperficies conſtanter jungat; tunc admoto arcu metallico deſunt plerumque contractiones, quæ iterum apparent si metallicum communicationis appositum filum dematur; plerumque inquam, nam interdum fit ut vigentibus, ac pene redundantibus musculorum viribus, etsi metallico folio ambæ superficies jungantur, contractiones contingant licet debiliores: quod tamen anomaliæ genus non raro hoc simplicissimo apparatu removebis.

Itaque ab interna superficie vasis D mercurio referti (*Fig. 21. Tab III.*) perpendiculare prodeat metallicum filum, quod ad certam flectatur altitudinem, suſtineatque ranam cujus crura in alterius vasis E aquam demersa, & nonnihil curvata nativum positum referant: facto arcu inter aquæ, & mercurii superficiem musculares motus præsto sunt validissimi, qui perraro obtinentur, si metallico filo constans inter superficies D, & E communicatio instituatur. Qui autem fieri potest, ut ullus gignatur motus utrinque jam electricitate ad æquilibritatem composita? Perinde eſſet, ac si electricitatis indicia deposceres a phiala Leydenſi, quæ invicem communicantibus armaturis instrueretur.

animali utraque insideret. Ne qua vero suspicio esset me in experiundo electricitatis quidpiam potuisse animalibus tribuere, aereum arcum folio obductum argenteo vitreo cylindro affixi, quem manibus tenerem, dum arcum ipsum animalibus apponerem; hac adhibita cautione contractiones nihilo minus præsto fuerunt.

His in libero aere peractis subiit animum cogitatio quid electricitati animalis contingeret, si animal ipsum sub aqua demergerem: id itaque præstiti, ac de more eidem arcus extremitates admovi, unam scilicet unco ferreo spinalis medullæ, pedibus alteram: contractiones perinde ac in libero aere contigerunt.

At illud peculiare in hoc experimento se se mihi obtulit, quod si aut eodem arcu, aut alio quovis deferente corpore uncum dumtaxat spinalis medullæ animalis sub aqua latentis attigissem, continuo contractiones oborirentur; quod sane ad aquam arcus vices gerentem ipse retuli. Hinc animal non sub aqua ut antea, sed sub oleo demersi, visurus utrum contractiones perinde ac sub aqua contingerent, an omnino deficerent. Idem itaque deferens corpus unco spinalis medullæ ut antea apposui; contractiones omnino defecerunt, oleo scilicet deferentis arcus vicibus gerendis omnino impari, id quod sane me in præconcepta opinione haud parum confirmavit (5).

His

(5) Observationes aliæ præsto sunt gravissimæ, quæ humiditatem aliquando reddant evolutæ deferendæ electricitati nedum opportunam, ſed necessariam. Ranæ crurales nervi metallico folio prope spinalem medullam obducti, & quovis deferenti aut cohibenti corpore perciti haud leves gignunt contractiones. Attritus excitatæ electricitatis causa est, quæ breviorum cruralium nervorum sectata viam, humiditatis ope musculos invadit. Hinc si oleo aut resinoso pigmento obliniti nervi amicam humiditatem amittant, facto ad spinalem medullam attritu desideratur omnis contractio, iterum postea, iterumque facile proditura: quotiescumque deficienti humiditati metallicus arcus a nervis ad musculos substituatur. Propositam theoriam Clarissimi Moscati ingeniosissimæ observationes confirmarunt. In pneumatico enim machinamento aere quoad potuit educto, ranas plures interemit, viditque musculis adnexam cellularem rubescentem plurimo sanguine, qui ipsam late pervaserat. Admoto arcu electricitatem habuit vividam primum, sed quæ præter expectationem statim languescens brevi interibat: quod facile sanguini promptissimo electrici fluidi conductori erit tribuendum, qui ad musculos haud exiguam detulit electricitatis copiam, quæ tantummodo a nerveis ramis deposcebat æquilibritatem.

Digitized by Google

His compertis atque animadversis duplicem illam contrariamque electricitatem in ipso præparato animali reperiri visus sum mihi posse sine ulla cunctatione inferre, atque vel unam in musculo, alteram in nervo, vel utramque in alterutro sedem habere, ut in Turmalino lapide affirmant Physici. Omni idcirco studio coepi hujusmodi sedem perquirere, & investigare; atque primum cujus indolis electricitatem nervi præseferrent. Itaque detruncatæ spinali medullæ ranarum, quas quantum fieri posset recenter necatas ad experimentum paraveram, cylindrum prope admovi nunc vitreum, nunc ex obsignatoria cera confectum; at numquam primo adhibito musculares contigerunt motus, observabantur vero ubi alter adhibebatur, immo plerumque ad quatuor, aut plurium linearum distantiam, dummodo vertebralis tubus stamni folio fuisset, ut infra dicemus, obductus. Loco vitrei cylindri electricæ machinæ disco pluribus ac pluribus circumvolutionibus acto sæpe usi fuimus, ut compertum haberemus an major electricitatis copia, quæ erat in disco collecta, eas excitaret musculares contractiones, quas cylindrus non poterat, sed eumdem exitum habuit experimentum; ne minimi quidem motus in musculis contigerunt.

Erit itaque electricitas nervorum juxta experimenta positiva, cum demonstrent Physici inter contrarias solum electricitates notos effectus, & motus posse obtineri.

Ad musculorum deinde electricitatem perquirendam animum convertimus: hinc eadem in his atque illis pericula cepimus; at nullos neque positiva, neque negativa adhibita electricitate licuit in musculis motus observare.

Iterum itaque ad nervorum electricitatem nostris obtemperantem experimentis redivimus; eamdemque obsignatoria cera explorando iisdem usi sumus artificiis, quibus utebamur, dum per scintillæ extorsionem illam ipsam tentabamus. Eadem fere prodierunt contractionum phænomena, nisi quod erant illæ longe minores, quæ obsignatoria cera habebantur, quam quæ scintilla, electricitatis viribus nempe respondentes. Eadem quoque fuit conductorum utilitas, eademque lex, atque eadem plane ratione motus musculares prodierunt.

At quoniam nihil aptius ad tam abditam, difficilemque rem, sedem nempe utriusque electricitatis, detegendam esse videbatur, quam electricitatem adaugere, atque intendere, hinc de ratione id perficiendi mecum ipse sedulo cogitare coepi, atque

que

Digitized by Google

que analogia duce ea se se mihi primo ratio obtulit, ut nervos in quibus eminere electricitas videbatur, & cujus naturam compertam habuimus, folio aliquo metallico obducerem potissimum ex stamno, non secus ac Physici in suo quadrato magico, atque leidensi phiala efficere consueverunt *Fig.* 9. *Tab. II.*

Hujusmodi artificio mirum quantum musculares contractiones invaluerint, tantum scilicet, ut etiam sine arcu, sed uno corporis cujuscumque naturæ vel deferentis, vel etiam cohibentis cum armatis nervis contactu contractiones prodirent, dummodo animalia essent recenter præparata, & viribus constarent; ut arcus, aliorumque artificiorum vis, & utilitas longe major evaderet; ut demum contractiones fierent vehementissimæ, & diuturnæ, ac ferme constantes in vegetis ante sectionem animalibus, semoto etiam vel arcu, vel corpore, quocum armati nervi attingerentur.

Quid plura? Ea fuit hujus artificii in adaugendis viribus hujusmodi electricitatis virtus, atque facultas, ut qui circuitus vix ac ne vix quidem uncis, atque arcu adhibito appareret, tam felix promptusque evaderet, ut non per duos modo, sed vel per tres interdum, & plures homines electricam veluti catenam constituentes in ranula absolveretur, muscularesque de more excitarentur contractiones, æstivo præsertim tempore, provectioribus animalibus, pallentibus musculis, atque cæli tempestate imminenti. Eodem autem metallico folio denudatum cerebrum in præparatis animalibus, & denudata spinalis medulla aliqua parte si obduceretur, contractiones arcu de more adhibito, & vehementes, & promptæ prodire tunc coeperunt, quas tamen sine hujus generis artificio, arcu, aut alia quavis ratione frustra excitare molitus antea fuissem.

Tanta autem stamnei folii nervis appliciti in adaugenda animali electricitate vi comperta statui etiam experiri, quid idem folium posset in musculis; at non multum ex eo incrementi contractiones sumere visæ sunt, quin immo re sæpius tentata illud demum animadvertimus, contractionum incrementum contingere aliquod si tantum musculi, maximum si tantum nervi, aut spinalis medulla, aut cerebrum, vix vero ullum si cum hæ partes, tum musculi eadem stamni lamina simul obducerentur, atque armatis locis arcus aptaretur.

Non tantum porro intendebantur contractiones per metallicum folium denudatæ spinali medullæ superadditum, sed eodem

etiam

Digitized by Google

etiam obducta spina vertebrali cum extus in dorso suis adhuc musculis instructo, tum intus in ventre, maxime vero eo in loco, e quo nervi egrediuntur. Neque referebat si magno folio, aut exiguo eas partes, atque nervos in primis obtegisses, sat enim erat si aliquo, atque eidem unam arcus extremitatem apponeres, alteram musculis. Loco autem folii metallici adhibuimus pari cum utilitate amalgama electricum vel adspergentes nervum ejus pulvere, vel nervo pastillum aptantes ex eodem pulvere una cum oleo confectum. Quod si alio metallico pulvere, ferreo ex. gr., aut æreo uteremur eadem etiam ratione, vix ullum erat muscularium motuum incrementum (6).

Jam vero ratione inventa, qua hujusmodi electricitas tantum sumeret incrementi, ejusdem deinde sedem alacrius, atque fidentius perquisivimus. Hinc eodem folio nunc nervo, nunc musculo obducto, primo musculum cum respondente nervo ab animali eduximus, & supra cohibens aliquod planum collocavimus, eique arcum de more apposuimus; idem præstitimus in

(6) Quamquam electricitatem in musculari motu agere allatis experimentis satis constet, proderit tamen plurimum eandem nunc in animantibus patefacere non aliunde mutuatam, sed insitam natura. Ac primum insulatus arcus admoveatur insulatis ranæ nervis, & musculis, ita quidem ut omnis alienigenæ electricitatis absit suspicio: aderunt tamen promptissimæ contractiones. Cum in hoc experimento neque insulati plani, neque operantis hominis ope ulla fluere ad animal electricitas possit, reliquum est eandem naturæ instituto in animantium corporibus dominari. Id ipsum, ut clarius confirmaret Galvanius comprehensam ranam non digitis contrectavit, non cultro secuit, sed vitris, atque aliis idioelectricis corporibus nervos, mus ulosque detexit, omni seclusa deferentium corporum communicatione; usitatæ tamen contractiones non defuerunt. An non etiam insulato homine, qui experimentum instituit verendum est, ne circumambiens atmosphæra omnem animalem electricitatem ranæ impertiatur? Verum quid causæ est cur eadem ubique agente electricitate aliæ in animantibus partes ab excessu, aliæ a defectu electricæ fiant? Cur non etiam affluit electricitas, si vel longissimi arcus extremum cohibenti involucro tegatur? Cur idem arcus ab eodem homine in eadem atmosphæra pertractatus modo minimam haurit electricitatem exilioribus ranæ cruribus movendis idoneam, modo longe uberiorem, quæ agni, quæ vituli ponderosiora crura ad contractiones adducat? Quid vero si atmosphærici aeris actione ſeclusa, animalis tamen electricitas gignatur? In vitreum vas oleo plenum cum ranam Galvanius demersit, tum insulatum arcum, eoque a nervis ad musculos delato, promptissimos habuit motus musculares. Qui fieri poterat, ut animalis illa electricitas ab atmosphæra communicaretur, interpositis undique idioelectricis corporibus ejusdem, & influxum, & actionem prohibentibus?

Digitized by Google

musculo cum integro, tum secto, unam scilicet ejus partem metallico folio sepsimus, tum arcus extremitatem unam armatæ musculi parti, alteram nudo musculo apposuimus; sed vix, ac ne vix quidem licuit nobis hisce tentaminibus ad ea, quæ quærebamus quidquam proficere.

Illud tantum animadvertimus, in musculo cum nervo extra animal educto contractiones longe minores prodire, quam si illi in animali suis naturaliter locis constitissent; in musculo autem integro exiguas adhuc magis levioresque, quin ægre omnino contingere; sed tamen haud raro aliquas, si una arcus extremitas armato musculi loco accommodaretur, altera adjacenti ac nudæ ipsius musculi superficiei; secus vero tentato experimento nullas prodire: idem quoque evenire, sed longe difficilius in interna musculi substantia; sed facilius longe, & promptius contractiones oboriri, si eadem ratione armato nervo arcus adhiberetur, immo si arcus loco deferentis alicujus corporis exigua licet extremitas in usum vocaretur, atque partim limbus metallici folii, partim nudus nervus eadem attingeretur.

Hæc circa perquisitam animalis electricitatis sedem tentavimus, quibus constat rem, quæ experimentis satis illustrari non potuerat, fuisse conjecturis maxime committendam (7). Sed de his paulo infra.

Nonnulla nunc prosequamur, quæ nobis hujusmodi electricitatem diligentius inquirentibus animadversione digna se se obtulerant; inter quæ illud in primis fuit, eam a communi excitatam electricitate agere quidem, ut monuimus, ad aliquot linearum distantiam, at per se solam ne ad minimam quidem distantiam, sed vel ipsum semper contactum postulare, ut vim exerceat suam; veruntamen contractiones certius, promptius, ma-

(7) Auctore Moscato, & Galvanio in ranis excitari modis duobus contractio poteſt; arcu nempe a musculis ad nervos, atque a nervis ad muſculos admoto: excitatæ primo modo contractiones sunt semper longe validiores, imo ejus tantum ope, vel ipsa debilitata, & languescens animalis electricitas excitatur. Ergo ne hinc ulla erui probatio potest ad animalis electricitatis sedem in nervis, aut in musculis constituendam? Plura in utramque partem ingeniose hac de re Volta, & Galvanius protulerunt, quæ ſi ad pauca hic brevius contraham, verendum est, ne propositarum rerum ponderi, atque auctoritati parum videar prospexisse. Physiologicas itaque ipſorum Epistolas, prout ab iis editæ fuerunt, ad calcem commentarii adiiciemus.

majoresque sæpe obtineri vidimus, si arcus extremitas extremæ oræ metallicæ laminæ nervos, aut musculos obducenti apponeretur, quam si ejusdem planæ superficiei; item si unci extremitati, quam si reliquis ejusdem partibus: quibus sane apparet animalem electricitatem communem quodammodo ac vulgarem haud parum æmulari, cujus peculiare ingenium est angulos, cuspidesque deligere ac sequi.

Hæc sane tam perspicua, atque aperta, si quid judico, de electricitate in musculis, ac nervis indicia, animum nobis addiderunt, ut alia etiam atque alia studiosius de eadem exquireremus. Hinc primum loco metallici jam dicti folii, cohibente materia cum nervos, tum musculos aliqua parte obteximus, serica scilicet tela, oleo, in quo pix erat soluta, omnino imbuta, visuri utrum contractiones adhibito arcu penitus deficerent, nec ne. Defecerunt utique omnino. Oportuit vero & sericam telam adhibere, & ea ratione præparare, ut contractiones cohiberentur; neque enim unica serica tela ad cohibendas contractiones sat erat, quippe quæ facile deferenti animali lympha imbuebatur, & humectabatur, neque solum oleum, quippe quod arcus extremitati ita locum concedebat, ut ad ipsum cum subjecta parte contactum omnino veniret.

Investigavimus deinde, an communis electricitatis rationem, & ingenium hujusmodi electricitas sequeretur vel in eo, ut faciliorem per quædam deferentia corpora, per alia difficiliorem sibimet sterneret viam (8): sequi autem adamussim fere vidimus,

(8) Ingeniosum instrumentum quod mox describemus, Auctoris nostri Nepos alter Camillus Galvanius reperiit, qui simul physica alia molimina paravit complura experimentis capiendis opportunissima. Sit vitreus cylindrus A B (*Tab. III. fig.* 23.) quem firmiter complectuntur fila metallica duo, quorum alterum D A S longius, alterum M N brevius in concavam metallicam superficiem desinit variis foraminibus instructam ut ignita corpora, si forte imposita fuerint, æquam undique aeris sustineant actionem. Si extrema ſuperficies N, a, metallico filo D A S vix sejungatur, tunc admoto arcu conductore habentur nullæ contractiones: ast si brevissimum illud intervallum inter N, & S, pruna compleatur, statim vividæ contractiones fiunt, quæ obtineri nequaquam possunt, nisi fluidum nerveum, ignem transgrediatur. Id autem mirum in modum cum electrici fluidi ingenio componitur, quod per ignita corpora, atque adeo per flammam ipsam ad aliquam distantiam libentissime diffunditur. Seclusa vero electricitate, si purissima tantum limpha conflatos animales spiritus tibi fingas, an non tanta illa vi, vel incendi misere deberent, vel dissipari? Qui ergo fieri posset, ut ani-

atque primum ut illam, sic istam felicius per metalla, quam per ligna iter suum conficere; inter metalla vero felicius potissimum per aurum, & argentum, ægrius per plumbum, ferrum, potissimum si rubigine infectum, ita ut si vel arcus, vel plana arcus vices gerentia ex metallis fuerint conflata, atque potissimum ex argento, vel, quod commodius cedit, ex ejusdem tenuissimis foliis obducta, contractionum phænomena, & clarius longe, & longe promptius prodirent, quam si eadem fuissent vel ex plumbo ex. gr., aut etiam ex ferro constructa. At deferendi facultate in solidis corporibus explorata, in fluidis quoque eamdem perquisivimus, & eodem ferme rediit res; per aquosa nempe felicissime iter suum expedire hujusmodi electricitatem comperimus, detineri autem omnino, & impediri ab oleosis. Hoc autem ut experiremur usi fuimus tubis vitreis exiguis, quos una extremitate aliqua materia occludebamus, per quam metallicum filum, argenteum nempe, aut æreum, & stamni folio obtectum ita trajiciebamus, ut altera sui parte intra tubi cavitatem liberum esset, altera longe ab eo produceretur; tubos autem, accommodata ad experimentum materie, modo aquosa scilicet, modo oleosa replebamus, & simili artificio altera extremitate claudebamus, similique metallico filo eadem ratione instruebamus. Rebus sic dispositis hujusmodi tubis ita utebamur, ut vel integrum arcum flexis nempe filis metallicis, vel arcus partem constituerent, cujus extremitates de more animali aptarentur.

His autem tubis adhibitis *Fig. 14. Tab. II.* nullæ fiebant contractiones ubi oleo, utique vero ubi fuissent illi aqua repleti.

Verum nihil ad depromendam ex hujusmodi periculis utilitatem conducere magis videbatur, quam vel cohibendi, vel deferendi facultatem in diversis quoque animalium partibus diligenter investigare. Periculo autem facto compertum habuimus omnes dissectorum animalium partes utique libere deferre, & commode traducere hujusmodi electricitatem, ob humiditatem forte, qua vel natura, vel in sectionibus, & præparationibus alluuntur; nam si variæ & recenter dissectæ solidæ partes, ut musculorum fibræ, cartilagines, nervi, ossa, membranæ; vel fluidæ, ut

---

nalibus spiritibus huc illucque dejectis, fideliter musculares motus excitarentur? Atqui & constanter gignuntur. Habent itaque animales spiritus diversam penitus indolem a sola limpha longe abhorrentem: habent imo proprietates alias, quæ electricitatis naturam satis declarant.

Digitized by Google

ut sanguis, lympha, serum, urina, exceptæ vitreo plano, aut in dictis tubis conclusæ apponantur aptenturque præparatis, & armatis maxime nervis, tum iisdem partibus una arcus extremitas accommodetur, altera musculi attingantur, perinde ferme contractiones contingunt, ac si nervis ipsis fuisset eadem arcus extremitas applicita. Idem autem fieri comperimus, si inversa veluti ratione res disponantur, experimentumque capiatur, dictis nempe partibus, non nervis, sed musculis aptatis, arcus vero extremitate altera iisdem partibus accommodata, altera armatis nervis. Secus vero rem se habere vidimus, si solidæ illæ partes potissimum non recenter sectæ sint, sed vel natura vel arte aruerint. Neque vero solum prodit phænomenon partibus hisce arte dispositis, verum etiam iisdem vel natura in animali adhuc collocatis, vel ratione certe parum a naturali recedente; nam si una arcus extremitas insulatis nervis potissimum armatis apponatur, altera quamcumque aliam corporis partem integre & naturaliter constitutam, quæ musculis ad eosdem nervos spectantibus tandem utcumque respondeat, attingat, phænomenon fere contingit perinde ac si ipsis musculis eadem arcus extremitas admoveatur; sed idem porro fieri non sine aliqua admiratione vidimus cum nervis, tum musculis primo quidem ab invicem sectis, atque sejunctis, tum iterum artificiali quadam ratione conjunctis. Si enim ranis de more paratis, earumque tubo vertebrali stamni folio obducto, artus ab invicem ita cultro dividantur, ut quilibet artus respondenti dumtaxat suo nervo conjunctus supersit, tum unus artus ab altero longe removeatur *Fig.* 15. *Tab. II.*, arcus deinde extremitas una eidem vertebrali tubo innitatur, altera musculis, vel pedi unius tantum cruris, moventur tunc, ac contrahuntur musculi ejusdem dumtaxat cruris. Si vero iidem artus de industria iterum conjungantur ita, ut in mutuum contactum veniant, tum arcus eadem adhibeatur ratione, eidemque omnino cruri applicetur, moventur tunc, & contrahuntur musculi omnes utriusque cruris. Idem autem omnino evenit bifariam juxta axem secto vertebrali tubo cum spinali medulla, sectique deinde tubi partibus cum suis respondentibus nervis ab invicem diductis, artubus vero, ut natura sunt, conjunctis; in contractiones nempe unius tantum artus musculi incidunt, ubi una arcus extremitas uni tantum ex dictis tubi vertebralis partibus apponitur, altera respondenti cruri; incidunt vero utriusque cruris musculi, ubi disjunctæ spinalis medullæ partes

tes

Digitized by Google

tes fuerint iterum arte conjunctæ, & arcus una sui extremitate cuilibet artui, altera fuerit iisdem conjunctis partibus admotus: eadem demum omnino contingunt phænomena sive integro præparati animalis trunco, sive per medium a summo ad imum dissecto, dummodo divisæ partes iterum arte, & industria conjungantur, atque ad mutuos contactus adducantur *Fig.* 16. *Tab. II.*

Hæc sane phænomena non satis apte explicari posse videntur, nisi per interjectam partium humiditatem aditum ac transitum excurrenti animali electricitati ultro concedentem. An aliquod hæc lumen obscuræ adhuc consensus nervorum causæ & rationi poterunt afferre? Utinam sapientiores Physiologi id videant aliquando. Sed nihil ad consensus vires demonstrandas forte aptius, quam si crurales nervi de more in ranis parentur, integraque relinquatur spinalis medulla, integrumque caput, atque integri natura & situ artus superiores; armato enim tunc vel nervo crurali, vel vertebrali tubo, atque arcu partim cruralis nervi armato loco, partim respondenti artui admoto, non modo inferiores artus contrahuntur, sed superiores quoque moventur, moventur palpebræ, aliæque moventur capitis partes, ut propterea arcus contactu commotum nerveo electricum fluidum maxima quidem parte ab indicato nervorum loco ad musculos confluere, sed partim etiam superiora per nervos petere, & ad cerebrum usque deferri, eamque in ipsum vim facere videatur, ut aliorum inde musculorum quacumque de causa motus excitentur.

At vero quamquam de confirmata & experimentis, & analogiæ, & rationum momentis animali electricitate dubitare vix, ac ne vix quidem licere videretur, aut de ejusdem in nervis, ac musculis præsentia ac motu, aut de ipsius sive ab illis, sive ab istis, sive ab utriusque exitu, atque per apposita deferentia corpora libero excursu; & quamquam non exiguum nobis experimentorum fructum fortunam, & industriam tribuisse intelligeremus, dum modum nobis forte primis aperuisset, quo eamdem electricitatem & sub oculis ferme ponere, & ex animali educere, & manibus veluti pertractare liceret, nihilominus, verum ut fateamur, nec penitus res demonstrata, omnibusque numeris absoluta, nec satis nobis ex sententia contigisse videbatur, nisi modum & rationem etiam comperire licuisset, qua eadem contractionum phænomena obtinerentur, quin ulla ratione, ulloque corpore aut nervi, aut musculi attingerentur. Verebamur scilicet ne

Digitized by Google

ne forte aut arcus, aut aliorum instrumentorum mechanicæ cuidam irritationi ea phænomena aliqua possent ratione adscribi, neque idcirco his ipsis periculis satis constaret de tenuissimo fluido, eoque electrico per nervos excurrente, muscularesque contractiones inducente. Subiit autem animum experiri utrum nervis uni quadrati magici superficiei, ut superiori ex. gr., musculis vero inferiori aptatis *Fig.* 19. *Tab. II.*, vel contra, ut in *Fig.* 13. *Tab. II.*, atque una arcus extremitate illi, altera huic superficiei apposita loco a dispositis animalis partibus valde dissito contractiones contingerent, nec ne. Hoc enim experimenti genere facile intelligebam, si excurrens per nervos fluidum fuisset electricum, atque ab ejus excursu a nervis ad musculos contractiones proficiscerentur, perinde esse, ac si cum musculis, tum nervis ipsis arcum apponerem, quin tamen ulla de mechanico stimulo eisdem adhibito posset oboriri suspicio. Periculo autem facto, haberi non sine aliqua delectatione contractiones vidimus, quin haberi etiam eadem methodo, si vitreæ aut resinosæ superficies Physicorum more armatæ in uno eodemque plano fuissent dispositæ, dummodo aliquo fuissent ab invicem spatio disjunctæ, ita ut nervi in una ex illis superficiebus, in altera musculi consisterent, nullaque inter ipsos fuisset per intermedium deferens corpus communicatio *Fig.* 17. *Tab. II.*

Haberi praeterea hoc artificio contractiones observavimus, quin aut nervi, aut musculi essent consueta metodo metallico folio obtecti; & haberi etiam demum animadvertimus, si intra aquam in uno vitreo vase ex. gr. spinalis medulla, aut nervi, in altero pedes collocarentur, tum de more arcus extremitatibus utriusque aquæ superficies attingeretur *Fig.* 18. *Tab. II.*

Id autem occasionem nobis præbuit investigandi quid esset si musculi in plano vitreo armato, spinalis vero medulla suo inclusa tubo, suisque conjuncta nervis in plano deferente, vel unco instructa, vel de more armata collocarentur; quid deinde contingeret, si secus instituеretur experimentum, spinali nempe medulla in vitreo plano disposita, in deferente musculis, atque arcus, ut in superiori experimento, duobus oppositis locis apponeretur, quorum unus spinalem medullam, alter musculos respiceret; quid demum, si cum illa, tum musculi in uno eodemque vitreo plano armato extenderentur. At vero contractiones languidiores fuerunt, difficiliusque excitabantur, ubi musculi in plano vitreo, spinalis vero medulla in plano deferente jacerent;

con-

contra vero vehementes prodierunt, cum spinalis medulla in plano vitreo, musculi in deferente essent collocati; sed longe vehementiores, diuturnioresque, sponte interdum, ac sine ullo arcus usu prodeuntes, ac veluti renascentes, si cum musculi, tum nervi in eodem armato vitreo plano constitissent, maxime si vel levis percussio, aut motus in armato vitreo plano fieret, ut ii animalium trunci in gravissimum ferme tetanum incidisse viderentur. Quod si quis hæc cum iis conferat, quæ initio contingere diximus, cum scilicet musculi, & spinalis medulla in eodem deferente plano collocarentur, atque vel pressione unci adversus idem planum, vel aliis indicatis rationibus contractiones excitarentur, facile intelliget, eas longe minores tunc extitisse, quam dum in plano vitreo armato similia peragerentur: haud leve sane argumentum animalem electricitatem minus quidem per deferentia corpora disperdi, quam communis & vulgaris; disperdi tamen, & cohibentibus corporibus non secus ac illam coerceri, atque cumulari, id quod in iis, quæ subsequuntur, periculis longe adhuc clarius, si quid judico, apparebit. Nam antequam manus, & operam ab his periculis removerem, periclitari volui, an eadem contractionum phænomena evenirent, non tantum vitreis aut resinosis planis, sed marmoreis etiam iisque probe levigatis adhibitis, ut eam scilicet mihi demerem dubitationem, quæ sæpe animo obversabatur, ne contractiones, quas ipse ab animali electricitate repeterem, a vitrei potius aut resinosi armati plani electricitate proficiscerentur. Armatis itaque marmoreis planis, cunctisque periculis in his, ut in vitreis & resinosis, susceptis cuncta ferme eadem contigerunt ratione, sed languidiores extiterunt contractiones, ita ut ea artificia essent adhibenda, quibus vires animalis electricitatis contractiones excitantis adaugentur. Hinc sæpe unam superficiem unius plani marmorei, aut ejusdem superficiei partem (idem enim est, sive duo plana adhibeas, sive unum per armaturas in partes divisum) uno metallo, stamno ex. gr. aut argento, ære alteram aut aurichalco munire oportuit, ut contractiones prodirent, forte quia animalis electricitas, ut communis ac vulgaris, minus apte a marmoreis, quam a vitreis aut resinosis substantiis soleat coerceri.

Illud vero silentio prætereundum non est, quod si arcus unam extremitatem ex cohibenti materia habuerit, tunc ille admotus, ut supra, armatis planis nullas omnino excitat contra-

ctio-

ctiones; excitantur vero istæ, si vel eadem extremitas, vel aliud quodcumque cohibens corpus armatis nervis, aut spinali medullæ, ut jam monuimus, admoveatur.

At rem in mortuis ranis, dissectisque nervis admirati solliciti fuimus eamdem in viventibus quoque, ac nervis cum integris, tum dissectis experiri. Hinc separatis integumentis, detectoque, & armato cruris nervo, ubi nudus ille ferme incedit, sub eo nempe cruris loco, qui cum poplite comparari potest, arcum de more cum eidem nervo, tum cruris musculis admovimus; contractiones haud raro contigerunt; contigerunt autem semper dissecto nervo, atque armato, in vitreumque planum armatum deducto, tum arcu sive nervo, sive eidem dumtaxat plano, & musculis eadem ac antea ratione admoto; deficiebant vero vel penitus, vel magna ex parte, si planum, supra quod nervus extenderetur, & deferens, & nulla fuisset ratione insulatum; ut constare inde videatur, eamdem ferme esse animalis electricitatis agendi rationem cum in viventibus, tum in mortuis animalibus.

Tot habitis, neque, ut opinor, obscuris virium electricitatis animalis indiciis, experiri volui, num ad ejus vires colligendas, patefaciendasque quidquam, ut in extrinseca, & vulgari electricitate contingere monuimus, conferret consueta nervorum præparatio, & diligens a cæteris partibus sejunctio. Inveni autem conferre plurimum. Nam si cranio dumtaxat, vel tubo vertebrali aperto, reliquo animali integro, cerebrum, aut spinalis medulla suo stamni folio obduceretur, tum una arcus extremitas armatæ parti, altera cruri apponeretur, contractiones aliquæ quidem in superioribus, at nullæ, aut vix ullæ in inferioribus artubus contingebant, sensim autem, atque gradatim aliquæ prodibant, prout denudato, atque exenterato animali, nervi, magis, magisque a vicinis partibus sejungerentur, donec tandem nervis omnino ab iisdem sejunctis, ac liberis, & aere tantum circumdatis magnæ illæ, ac vehementes eodem arcu, eademque adhibita ratione prodirent, ut constare inde videatur vias, atque aditum animali electricitati a nervis ad contiguas partes patere forte aliquem, sive per humiditatem, sive per vasa aut lymphatica, aut sanguinea nervis inserta, quibus dissectis liberi nervi, atque insulati cum supersint, parata ad motum electricitas ad armatum locum aut tota, aut magna parte confluens, suumque arcus ope per musculos, ac nervos circuitum absolvens contra-

ctiones edit, easque longe majores, quam ante hujusmodi præparationem.

Hujusmodi autem phænomenon novum suppeditare, neque leve animalis electricitatis argumentum videtur: & aliqua forte inde potest oboriri suspicio, accelerationem sanguinis, & humorum circuitum in musculari motu vel potissimum, vel aliqua parte ab ipsa electricitate pendere a nervis ad vasa affluente, in eorumque humores impetum faciente: cui sane conjecturæ si locus fuerit, aliqua fortasse inde emanaret explicatio, cur in senibus, in quibus vasa multa coalescunt, uberius per nervos ad cerebrum recta contendens electricitas illud haud raro graviter lædat, reddatque senilem ætatem hac etiam de causa & paralysi, & apoplexiæ, aliisque hujusmodi morbis magis obnoxiam. Sed de his alibi.

Verum nihil ad aliquam e nostris periculis depromendam utilitatem conducere magis visum nobis fuit, quam hactenus in frigidis tentata animalibus ad calida quoque sedulo transferre.

Facile enim intelligebam, si quæ inveneram, ea ad frigida tantum pertinuissent, horum dumtaxat proprietates quasdam me invenisse vix forte aliqua cum utilitate conjunctas: eadem vero si in calidis quoque reperiri licuisset, magna mihi spes ostendebatur fore, ut ad muscularium nervearumque virium indolem, & naturam sin minus enodate explanandam, at paulo magis aperiendam, non parum proficerem; quod forte sine aliquo cum Physiologiæ incremento, tum medicinæ utilitate esse non poterat. Periculis autem factis in volatilibus, quadrupedibusque nec semel, sed pluries, ac pluries, non modo præcipua phaenomena ex voto, ut in frigidis animalibus, ranis nempe, testudinibus cesserunt, sed & facilius prodierunt, & longe fuerunt illustriora. Licuit etiam peculiare illud animadvertere, in viventi ac mortuo animali, *Fig.* 19. *&* 20. *Tab. II.*, puta in agno, aut pullo, dissecto nervo crurali, & metallico folio obducto, & supra planum vitreum armatum extenso obtineri contractiones sine arcus artificio, sed solo contactu corporis alicujus deferentis cum eodem plano; nervo autem supra metallicum planum producto, numquam, nisi arcus de more animali adhiberetur, easdem excitari (9).

Quo

(9) Patebat hactenus muscularis motus causam electricitate contineri illo maxime experimento, quod idioelectrico corpore sublata arcus continuita-

Digitized by Google

Quo sane quid aptius, quid firmius, ut demonstretur animalem electricitatem a nervis ad contigua corpora diffundi, & non secus ac communis, atque vulgaris electricitas consueverit,

 cohi-

te, evanescebat omnis contractio. In mentem venit periclitari num nobiliora quoque attractionis indicia obtineri possent. Itaque in phiala vitrea mobilissimum conclusi electrometrum Wilsonianum duas inter metallicas sphæras locatum, coclearum ope aut ad medium pendulum adducendas, aut ab eodem pro arbitrio removendas. Cum Auctor noster vituli electricitatem suis tentaminibus prosequeretur, descriptum ego electrometrum mecum detuli, curavique, ut alter (*Tab. III. fig.* 24.) ex conductoribus M nudato musculo, alter vero N ope insulati arcus armato nervo jungeretur. Expectata attractio nunquam sese obtulit, quod sane electricitatis leges perpendenti minime mirum esse debebat, quum nempe modica admodum excitata electricitas aerea strata præterlabi facile non posset. Interim fortuna veluti quadam factum est, ut id, quod electricæ refragari theoriæ videbatur ad eamdem confirmandam traduceretur. Subducto enim intermedio pendulo operam dedimus, ut quæ intra phialam aderant metallicæ sphæræ summopere invicem accederent. Tum vero negata constanter contractio est, quæ illico in vituli armato crure vehemens apparebat, cum metallicæ sphæræ ad contactum adducerentur. Haud ignoro animantia esse quamplurima tanta electricitatis copia referta, quæ per sese scintillas edant, quemadmodum de Cayennæ anguilla refert Bartholonius. Si itaque aut natura, aut arte ita animalem cogeris electricitatem, ut insignes ad æquilibritatem conatus edat, sperandum quoque erit, ut descripto machinamento exoptata electricæ attractionis indicia obtineantur.

Sed jam modo animalem electricitatem videamus æquilibritatis legi obsequentem. Cruralis agni armatus nervus cum hydrargiro communicet, atque respondens nudatus artus tepida aqua demergatur: facto arcu a libella aquæ ad illam mercurii, contingit tanta contractio, ut qui arcum admoveret, prosilienti aqua madefactus de nimia ferme experimenti felicitate conquereretur. Interea provisum est ut deferenti corpore utraque superficies invicem communicaret; iterum admotus arcus: ast ne minimus quidem motus contigit. Nimirum idem arcus nunc libratam electricitatem attingit, quæ in primo experimento in æquilibritatem nitebatur. Constat itaque æquilibritatis legem, quam in ranis alibi demonſtravimus, ad calida quoque animantia tuto traduci posse.

In animali vero electricitate periclitanda habebant crurales nervi unde sua magnitudine, atque præstantia cæteris nihil concederent. Deposcebat tamen generale quoddam electricitatis imperium, ut nervi alii atque alii ad examen revocarentur. Quare modo ad anteriora crura, modo ad vertebras, modo prope cerebrum armati sunt nervi varii, vividique semper in musculis voluntati inservientibus motus excitati sunt. Cor, stomachus, intestina, quavis spreta industria, animalem electricitatem adhuc Galvanio desiderandam reliquerunt. Cæterum nulla inde apparet ratio cur a communi reliquorum musculorum agendi ratione recedant: sperandum vero est, negatam adhuc illam electricitatem, tantis, iisque eximiis, qui in id contendunt na-

Digitized by Google

cohibentibus colligi, & dispergi deferentibus substantiis? Hæc ea sunt, quæ experiundo comperimus.

Monitum autem postremo loco lectorem volumus, animalem electricitatem a nobis detectam, quemadmodum multis aliis proprietatibus, sic maxime inconstantia, varietate, & sui post certum tempus quadam veluti instauratione cum communi electricitate haud parum consentire. Differunt enim valde contractiones maxime in postrema hac periculorum parte habitæ non solum pro vario animalium genere, sed pro varia cujusque eorum natura, ætate, varioque statu, & robore; ita ut in quibusdam promptissime & magnæ contingant, ægre in aliis, ac vix sensibiles: differunt item pro varia anni tempestate, & vel ipsius cæli constitutione.

Æstivo namque tempore, & fulgura minante cœlo majores, promptioresque esse contractiones consueverunt, quam hieme, & placido cœlo, quamquam tunc citius in animali extingui vim illam observavimus, qua excitantur; majores item promptioresque in seniori, quam in juniori; in vegetiori, quam in hebetiori animali; exanguibus demum, ac pallidis, quam sanguine oppletis, & rubris musculis.

Sunt præterea contractiones in uno eodemque præparato animali nunc exiguæ, nunc magnæ, interdum etiam nullæ; quandoque primis tentaminibus contingunt, interdum post alia atque alia.

Hæc porro tanta effectuum, seu contractionum varietas non magnis tantum, sed brevibus etiam temporis intervallis se prodit.

Tandem imminutæ post certum tempus, certamque quietem contractiones iterum augentur interdum quasi sponte, & invalescunt, quin deficientes quoque veluti sponte instaurantur, cæteris externis causis & rerum adjunctis vix, ac ne vix quidem, ut apparet, immutatis, non secus ac refici, & instaurari quasi per quietem, & otium ad certum tempus videtur quadrati magici, aut leidensis phialæ dissipata per repetita experimenta electricitas.

Quo

turæ investigatoribus non diu in tenebris versaturam. Aliquam certe movet spem diaphragma, quod quamquam involuntario præsertim motu agitetur, tamen Cl. Voltæ industria electricitatis imperio obtemperavit.

Digitized by Google

Quo vero melius qui huic experimentorum generi operam dederint arcus usum & utilitatem agnoscant, illud notare expedit, quod deficientibus contractionibus, quæ armatis potissimum nervis interdum solo corporis cujuslibet in primis deferentis tactu excitantur, si ad arcus tunc usum confugiant, easdem denuo instaurari videbunt; quod si vero eumdem arcum armatis plani superficiebus aptare velint, tunc vel continuo, vel paulo post animalis præparationem in usum advocent.

Hæc autem eo consilio monemus, ne quis hæc nostra iterando pericula, in æstimandis contractionum, & electricitatis viribus, aut ipse se decipiat, aut fuisse nos deceptos arbitretur; si enim pluries hæc eadem instituat pericula, pluries etiam, quae nos attulimus phænomena usu, & experientia comperiet (10).

CON-

---

(10) Quamquam in electricitatis theoriam inclinet animus, non committam tamen, ut quæ in ea minus commode explicari posse videntur reticeam. Difficultatum autem omnium quibus animalis electricitas premitur, illa princeps habita est, quæ a ligatorum nervorum phænomenis petebatur; sic autem fere erat ratiocinatio. Perpetua, & constans est per deferentia corpora communicatæ electricitatis diffusio, quam nulla vincula, impedimenta nulla perturbant. Hinc tenuem, humidumque funem filo arctissime devinctum si electricum facias supra ligaturam, & infra æqua aderit electricitas. Cur non liceat ligatum nervum cum eadem chorda conferre? Hanc vero si electricitas facile permeat, quid causæ est cur permeare nervum non possit? Quod si animalis electricitas ligatos nervos pervadit, cur non motus infra ligaturam, cur non sensus?

Gravissima sane difficultas: non ea tamen, quæ Galvanium de concepta opinione dejicere potuerit. Animadvertendum est animalem electricitatem Galvanii pertractatam artificiis, non secus ac artificialem ligaturæ impedimentis minus obsequi. Nam si ranæ, aut pulli, aut agni cruralem nervum filo arcte devinxeris, postea metallicum arcum musculo, & armato nervo cum supra, tum infra ligaturam admoveas, aut eædem, aut parum dissimiles erunt utroque modo contractiones. An forte metallicus arcus ab eo electricitatem haurire a quo tractatur, atque animalibus communicare poterit? Sed suspicionem hanc insulatus arcus admotus omnino tollit. Fieri ne poterit ut contractionem excitans electricitas ab ea dumtaxat nervi parte sit, quæ supra ligaturam versatur? Ne id quidem. Nam ligatura prope nervi extremitatem instituta admoto arcu fient contractiones, quæ sane non videntur repetendæ a minima animali electricitate, quæ in nerveo illo brevissimo intervallo delitescit. At si sericis filis nervos devincias, non ne animalis electricitatis prohibebis excursionem? Id forte præstares, nisi animali humiditate conspersa fila facile amitterent cohibendæ electricitatis potestatem. Animalem ergo electricitatem arte excitatam ligaturæ obstacula non cohibent, ut propterea in hoc ipso iisdem, ac universalis electricitas pareat legibus.

Digitized by Google

CONJECTURÆ, ET CONSECTARIA NONNULLA.

PARS QUARTA.

EX hactenus cognitis, exploratisque satis constare arbitror, electricitatem animalibus inesse, quam liceat nobis cum Bartolonio, aliisque generali quodam nomine animalem appellare. Hæc

---

Animi porro potestati illud minime officit metallicum arcum id posse, quod ipse nequit præstare, vel eo ipso quod arcus non est. In sublimi enim capitis arce dominans princeps animus mechanico non agit more; hinc si ex omnibus prærequisitis ad motum gignendum conditionibus, vel ea forte ipsi desit una quæ resistentiis ligaturæ superandis par sit, erit nihil mirandum si naturæ conatus arte vincantur. Quare cum nervi magna ex parte idioelectrica substantia constent, illud unum ligatura perficitur, ut cohibentes partes ad majores adigantur contactus, sicque redditur electricitatis excursio paulo difficilior. Virgæ metallicæ duæ insulatæ in sphæram desinentes, quarum una alteram puncto tangat, si electricæ fiant non eandem exhibent electricitatem, quæ exquisitis electrometris tentata, nonnihil uberior in metallica virga conductori proxima, quam in alia remotiori reperitur. Fibrarum nempe imperfectus nexus cum electricitatis, tum vero generatim omnium fluidorum liberæ officit excursioni. Reipsa internarum partium positu, atque ordine turbato fluida conspicimus cohærere corpora, dura mollescere, quæque diaphana erant, reddi impervia luci antea per poros libere transeunti.

Ergo ne dictitabit fortasse quispiam, ea sibi detecta phænomena assumet Galvanius, quæ ne magnus quidem assequi Hallerus potuit? At non id sane arrogantiæ, aut temeritatis? Par namque indagatori utrique in ligatis nervis experimentorum exitus fuisset, si par item experiundi ratio. Atqui certæ obtinendæ infra ligaturam contrectioni serviunt maxime nudati nervi, ac musculi, requiritur armatura, requiritur arcus. Nihil propterea mirum si hisce præsidiis adjutus Galvanius contractiones obtinuerit, quas Hallerus sua illa experiundi methodo videre nec debebat, nec poterat. Id autem tanti illius hominis celebritatem non minuit; quandoquidem illustratores rerum nihil umquam inventorum gloriæ detraxerunt. Sed alia nos expectat in animalem electricitatem accusatio expendenda.

Diu multumque apud nonnullos quæsitum quid causæ esset, cur tot in machina animali undique labentibus fluidis, nihilo tamen minus in evoluta electricitate sublatam æquilibritatem haberemus. Qui in id inquirunt meminerint velim armatam ranam aquis demersam admoto conductore contractiones edere vividissimas. Armatam ranam demergant non in aquam, sed in oleum, aut in alia cohibentia fluida; tunc etiamsi deferenti corpore armatam spinalem midullam contingant, deficiente aquei fluidi arcu rana semper conquiescet. Observati ranarum motus quamdam exprimunt torpedinis imaginem, quæ tantam aliquando electricitatem ejicit, ut pavidum piscatorem vehementi in brachiis dolore perculsum pæniteat ipsam corripuisse. Nihil por-

Digitized by Google

Hæc, sin minus omnibus, plerisque tamen animalium partibus continetur; sed in musculis, ac nervis luculentissime se exhibet. Hujus peculiare nec antea cognitum ingenium esse videtur, ut a musculis ad nervos, vel ab his potius ad illos tendat vehementer, subeatque illico, vel arcum, vel hominum catenam, vel quæcumque alia deferentia corpora, quæ a nervis ad musculos breviori, & expeditiori ducant itinere, celerrimeque per eadem ab illis ad hos excurrat.

Ex hoc autem duo maxime profluere videntur, duplicem scilicet in his partibus electricitatem esse, positivam aliam, ut credere est, aliam negativam, atque alteram ab altera penitus esse natura sejunctam; secus enim æquilibrio habito, nullus motus, excursus electricitatis nullus, nullum muscularis contractionis phænomenon.

Cuinam vero ex dictis partibus insideat una electricitas, cuinam altera; utrum scilicet alia in musculo, in nervo alia, an utraque in uno eodemque musculo, & ex qua parte fluat, difficile sane est definire. In hac tamen rerum obscuritate si opinari liceat, inclinat animus ad utriusque electricitatis sedem in musculo collocandam.

Licet enim ad musculares contractiones obtinendas necesse plerumque sit arcus extremitatem unam nervis extra musculos appo-

ro causæ est cur tot laboribus Spallanzanio, & Walshio partam illius electricitatis gloriam importuna minuat dubitatio. Auctore *Sigaud de la Fond* turmalina aquis demersa inditam sibi electricitatem ejicit: tamen aqua turmalinam undique circumdat; deferens vero corpus cum torpedine communicans, ipsum vastissimum est mare. Quæ cum ita sint, haud mirum videri poterit, animantia pluribus etiam agentibus fluidis, nihilo tamen minus & magnam, & constantem electricitatem excitare. Hinc si abscissa medio ventre rana, crurales ejusdem nervi detegantur, quamquam vasa, membranæ, & ossa nondum sejuncta fuerint, attamen admoto arcu contractiones apparent: quod etiam ipsum in vivo pullo, & agno inflicto vulnere, nervoque crurali patefacto arcus beneficio constanter contingit. Clar. Voltæ dexteritate factum est, ut in ipsis vivis animantibus absque ulla læsione, animalis electricitatis certa indicia obtineantur. Tamen in viventi machina animali labitur sanguis, fluit limpha, humores undique circumstant. Quid tandem si sectis musculis, sectaque imo spinali medulla *Tab. II. Fig.* 15., & 16. gignatur contractio ope solius animalis humiditatis electricum vaporem deferentis? Tantum itaque abest, ut animalis humiditas excitandæ noceat electricitati, quin imo facilem ipsi parat semitam qua famuletur animo, ejusque nutu ad diversas musculorum movendorum sedes provehatur.

Digitized by Google

apponere, alteram ut diximus musculis; non inde tamen sequi videtur, nervos propria pollere electricitate, ut proinde una in his, in musculis altera sedem habeat; quemadmodum in leidensi phiala, etsi una arcus extremitas externæ ejusdem phialæ superficiei, altera ejusdem conductori soleat applicari, ut electricitatis excursus ab una ad alteram fiat superficiem, minime tamen inferre licet electricitatem, quæ in conductore se prodit, peculiarem esse, & ab ea, quæ intra phialæ fundum fuerit collecta, dissimilem; quin immo constat eam ad intimam, oneratamque superficiem omnino spectare, ambasque electricitates, etsi contrarias, in eadem ipsa phiala contineri.

Quo circa si magnus contractionum, quæ in præparato animali obtinentur, numerus spectetur, cui sane minime respondere posse videtur exigua illa electricitatis quantitas, quæ in exigua nervi parte post sectionem in præparatis musculis superstite contineretur; si præterea ea multa a functionibus animalibus petita argumenta considerentur, quæ nerveum fluidum jam a nobis electricum demonstratum libere per nervos, celerrimeque excurrere aperte declarant; si demum non obscura, neque difficilis attendatur phænomenorum ex utraque electricitate in ipso musculo insidente explicatio, ut postea ostendemus, non abs re esse videbitur conjicere, musculum propriam esse exploratæ a nobis electricitatis sedem, nervum autem conductoris munere fungi.

His admissis non inepta forte, neque a veritate omnino abludens hypothesis, atque conjectura illa esset, quæ muscularem fibram ad exiguam veluti quamdam leidensem phialam, aut ad simile aliud electricum corpus referret duplici, eaque contraria electricitate instructum; nervum autem phialæ conductori quodammodo compararet, atque totum propterea musculum cum leidensium phialarum congerie quasi componeret. Duplicem autem, atque contrariam electricitatem posse in uno eodemque musculo insidere a veritate non alienum ille facile concedet, qui consideraverit, muscularem fibram, quamvis primo adspectu simplicissimam, diversis tamen cum solidis, tum fluidis partibus componi, quæ substantiæ in ea varietatem haud levem inducent: nerveam certe substantiam in ea reperiri a musculari omnino dissimilem haud obscure sensus monet, qui in quocumque fibræ puncto præsto est. Quæ quidem nervea in quocumque fibræ puncto substantia cum neque nervum referat, neque oculis pateat, sed sensu tantum dignoscatur, quid prohibet quin eam

a sub-

Digitized by Google

a substantia visibilis nervi aliqua saltem ex parte dissimilem, aut varia ratione dispositam conjiciamus, atque propterea electricam forte naturam habere; deferentem vero nervum extra muscularem fibram productum? Verum id clarius forte ex iis, quæ de nervis paulo infra dicemus, prodibit.

Multo autem difficilius, duplicem electricitatem in una eademque fibra musculari ille negare poterit, qui eamdem fibram oppositas inter se superficies externam scilicet & internam habere neque difficile, neque sine aliqua veri specie esse viderit, sive spectata cavitate, quam nonnulli eidem tribuunt, sive substantiarum diversitate, qua componi diximus, quæ nequit esse sine variis muscularis substantiæ foveolis veluti, ac superficiebus.

Demum, si quis animum vel parumper *Turmalino* lapidi adjecerit, in quo duplicem contrariamque electricitatem reperiri recentiorum inventa videntur suadere, novam ille ab analogia desumptam rationem prospexerit, qua non inanis omnino hujusmodi reddatur hypothesis. At quacumque ratione se se res habeat, tantum sane causarum, phænomenorumque consensum inter electrici fluidi e leidensi phiala eruptionem, & nostras contractiones animadvertere visi sumus, ut ab hac hypothesi, & comparatione vix, ac ne vix quidem potuerimus animum removere, ac nos cohibere, quin a simili causa cum illam, tum istas repeteremus.

Nam tribus potissimum adhibitis artificiis erumpit ab interna leidensis phialæ superficie electricitas; contactu nempe ejusdem conductoris cum deferente maxime aliquo corpore, arcus appositione, atque scintillæ ab electricæ machinæ conductore, ut nuperrime observavimus, eductione.

His autem ipsis tribus artificiis musculorum contractiones jam obtineri vidimus, contactu nempe armati nervi, quem musculi conductorem fecimus, arcu cum eidem nervo, tum musculo suis extremitatibus apposito, scintillæ demum jactu.

Inter artificia vero illa ut omnibus aptius, & validius ad promovendam electricitatis e leidensi phiala eruptionem est arcus, sic eumdem omnibus esse magis ad musculares excitandas contractiones idoneum jam vidimus; item quemadmodum nisi conductor extra phialæ orificium, ac maxime extra illam sedem emineat, ab eaque distet, in qua deferens materia intra phialam continetur, arcus usus vix quidquam ad eam promoven-

dam eruptionem potest, sic vix quidquam posse ad eas inducendas musculares contractiones eumdem arcum, si nervi prope musculos fuerint resecti, jam demonstravimus.

Jam vero ad scintillæ eductionem quod attinet, longius etiam quam hactenus exposuimus procedit similitudo; quod ut recte intelligatur animadvertimus, casu nos observasse tenebris factis lucidum penicillum jugiter in acuminato leydensis *oneratæ phialæ* conductore micare, & post aliquod inde tempus sponte deficere. Postquam autem illud defecerit, si fuerit phiala ad certam e machinæ conductore distantiam collocata, atque ab eodem conductore scintilla eliciatur, iterum idem prodit penicillum eo ipso temporis momento, quo scintilla educitur, mox evanescit, sicque educta scintilla oritur alterne, & extinguitur. Hujusmodi penicillum illud est, quod variis modis a nobis tentatum exploratumque novum nec leve obtulit analogiæ jam propositæ argumentum; nam ut scintillæ jactu se prodit hujusmodi penicillum, sic excitantur, ut monuimus, contractiones; præterea, quemadmodum si deferens corpus maxime cum tellure communicans externæ phialæ superficiei addatur, quo tempore idem penicillum scintillæ jactu vel deficit, vel languescit, continuo elicita iterum scintilla reviviscit, & instauratur; sic eodem deferente musculis apposito vel instaurari deficientes, vel adaugeri languentes, dum scintillæ elicerentur, musculorum contractiones jam monuimus. Item, ut educta scintilla illud penicillum apparet, sive conductor phialæ machinam respexerit, sive in opposita fuerit regione; sic perinde contractiones, ut diximus, contingunt, sive e regione machinæ fuerint nervi, eorumque conductores, sive in opposita. Tubo autem, vel vitreo, vel resinoso, si ea conductoris pars concludatur, quae extra phialæ orificium eminet, deficit scintillæ jactu penicillum, non secus ac eodem tubo inclusis nervis deficiunt contractiones, etsi reliquum animal aeri libere pateat.

Quemadmodum præterea si phiala intra vitreum aliud vas collocetur metallico folio extus obductum, solo contactu exterioris hujus vasis, dum scintilla elicitur, languens instauratur, & reviviscit deficiens penicillum; sic phiala, in qua est animal, ut in *Fig.* 3. *Tab. I.* intra idem vas collocata, ejusdem vasis contactu, reviviscunt in scintillæ jactu languentes contractiones, & desinentes iterum insurgunt.

Ut omnis vero electrici ejus penicilli in scintillæ jactu con-

spe-

spectus evanescit, si aut conductor internæ superficiei ultra phialæ orificium non emineat, aut licet emineat, si conductor alter eidem addatur, isque ad externam usque phialæ superficiem protrahatur; sic cessant in scintillæ jactu, ut narravimus, contractiones, si aut nervus extra respondentes sibi musculos, contiguasque partes non emineat, aut licet emineat, si alius conductor eidem aptetur, qui ad musculos usque, vel ad eorum conductores dirigatur (11).

(11) Beccariæ, Bartholonii, Gardinii certissimis constat observationibus electricitatem cœli, terræque spatiis diffusam non æquabiliter dominari; aliquando redundat, aliquando deficit, atque in animale, & vegetabile regnum prodigiosum influxum parit. Atmosphæricæ porro electricitatis reconditam agendi rationem si assequamur, habebit forte Medicina unde lætetur artificialem electricitatem in probatiorem usum fuisse conversam. Neque enim tantum refert Tiberio Cavallo duce ipsam quo velis innocuam ad internas quascumque, nobilioresque corporis ſedes perducere, ſed ubi, & quando, & quomodo electricitate in variis morbis utaris decernere, hoc difficultatis est omnino summæ. Sunt tamen ab artificiali electricitate petitæ observationes nonnullæ, quæ in obscurissima re lucem haud mediocrem pollicentur: illarum summa ad hæc fere redigitur.

Ea est omnibus corporibus proposita lex, ut si in alterius electrizati corporis atmosphæra versentur, contrariam illico nanciscantur electricitatem. Electricæ artificiali machinæ simillima animantia sunt quorum partes aliæ ab excessu, aliæ a defectu electricæ in naturalem æquilibritatem semper nituntur. Quare ex vicissitudinum ratione quam in corporibus arte electrizatis cernimus, facile licebit atmosphæricæ electricitatis in animalem machinam varium influxum conjectari. Hic vero ut propositam nobis ducem analogiam sectemur, sit Leydensis phiala A (*Tab. III. Fig.* 26.) quæ utrinque oneratas phialas habeat duas, quarum altera B acuminato conductore instruitur qui externam phialæ A armaturam respicit, altera C conductorem similem habet, qui in oppositam partem flectitur. Cum per acuminata corpora electricum fluidum libentissime effundatur, non poterit quin electricum penicillum ab extremis C, & B spontaneum erumpat.

Nunc vero ab interna lagenæ A armatura, scintilla educta, ad externam illico armaturam tantundem refluet electricitatis a circumpositis corporibus hauriendæ. Itaque phialæ C & B nitentur diversa tamen ratione susceptam electricitatis jacturam rependere: hæc enim scintillæ jactu penicillo electrico splendescet longe vividiori, imo si forte recens ipsum extinctum fuisset, eodem ornabitur; in illa vero erumpens electricum penicillum illico extinguetur. Horum phænomenorum securitati prospicies, si planum cui phialæ insident marmoreum fuerit. Si duabus electricis phialis alias duas sufficias, quæ paratas de more ranas contineant, aderunt scintillæ jactu musculares motus promptissimi.

Propositam hactenus teoriam sequens experimentum magis, magisque declarat. Sint oneratæ phialæ duæ Leydenses (*Tab. III. Fig.* 27.) quarum

Digitized by Google

At vero licet non levem veri speciem hæc præseferat hypothesis & comparatio, nonnulla tamen sunt, quæ eidem haud leviter videntur adversari. Nam vel nervi idioelectricæ sunt indolis, ut nonnulli autumant, atque conductorum tunc munere fungi minime poterunt; vel sunt anelectrici; & qui fieri tunc poterit, ut intra eos electricum contineatur animale fluidum, neque vagari eidem, atque ad vicinas partes se diffundere liceat, non sine magno sane contractionum muscularium detrimento?

Huic

altera D proximo electricæ machinæ conductori A subjiciatur, altera E primæ prorsus similis armaturam habeat externam insulatam, quæ per tabulæ rimam metallicum filum H demittit, quod parum abeſt a subjecto conductore T alterius electricæ machinæ subtus tabulam delitescentis. Phialis D, & E proximæ sint aliæ duæ F, & G eadem structura præditæ; hoc vero uno tantum differant quod illæ artificialis machinæ electricitate pollent, istæ vero electricitate animali onerantur pendentium ranarum, in quibus cuspides metallicæ F, & G nervorum, globuli vero plumbei ad fundum utriusque phialæ subſidentes, aptissimum exhibent nervorum conductorem. Si spontaneis jam ex utraque phiala D, & E penicillis prodeuntibus, ſint homines duo, quorum alter ex conductore A, alter ex conductore T scintillam educat, eodem tempore hæc duo miranda se præbent, alterum ut in D electricum penicillum longe vividius fiat, atque contra in E languescat penitus, & deficiat; alterum ut in phialis F, & G contentæ ranæ diversissima electricitatis actione contrahantur.

Ex dictis facile colligitur, musculares motus proficisci non tantum ad animantia fluente, verum etiam ab iisdem nativa refluente electricitate. Quare si conductor A atmosphæræ, conductor vero T telluris electricitatem referat, aut vicissim, intelligitur quomodo opposita earum electricitatum actione iidem in ranis F, & G contractionum effectus consequantur. Musculares porro motus in ranis F, & G excitati, sequantur oportet rationem mutationis electrici fluidi, quod in proximis phialis D, & E continetur: jam vero ex iis altera uberiorem effundit ab interna armatura electricitatem, altera collectum in interna electricum fluidum ad externam armaturam propellit. Musculares itaque motus, qui cum leydensibus phialis communem habere videntur suorum phænomenorum efficientem causam, proficiscuntur ab uberiori electricitate, quæ aut a musculis per nervos, aut a nervis per musculos effunditur.

Electricis porro hisce conductoribus arte comparatis in animo fuit imitari aut in atmosphæra volitantes nubes, aut terram ipsam aliquando ab excessu, aliquando a defectu electricam: unde poſtea minus ægre intelligeremus quid causæ esset, cur vaſtiſſimo hoc quo circumſundimur, veluti electrico Oceano demersa animantia continenter persentiant influxus varios, modo noxios, modo beneficos, & salutares, pro varia æquilibritatis ratione qua inſita animalis electricitas ad eam refertur, quæ extrinsecus communicatur.

Digitized by Google

Huic autem incommodo ac difficultati haud difficile occurret ille, qui nervos ita comparatos sibi fingat, ut intus cavi sint, aut aliqua saltem materie compositi ad electricum vehendum fluidum apta, extus vero vel oleosa, vel alia coalescant substantia, quæ electrici ejusdem fluidi per eos excurrentis dissipationem, effusionemque cohibeat. Talis quidem nervorum structura, atque compages illud efficiet, utroque ut munere possint fungi, deferendi scilicet nerveo-electrici fluidi, & una ejusdem præcavendi effusionem, eritque & animali œconomiæ, & experimentis admodum accommodata; animalis siquidem œconomia semper spiritus animales intra nervos coercitos postulare videtur; experimenta autem demonstrant oleosa maxime substantia nervos conflari; nam non ingens modo a nervis per distillationem obtinetur olei quantitas, & longe major, quam a musculis, sed major fuit a nobis recentiorum methodo educta ab iis inflammabilis aeris copia, quam ab ulla alia animalis parte elicere umquam licuit, ejusque fuit hic aer indolis, ut accensus vividiorem, puriorem que flammam, & longe permanentem emiserit, quam soleat inflammabilis ipse aer a reliquis partibus eductus; uberioris sane oleosæ in nervis substantiæ haud leve indicium.

Neque vero idioelectrica hæc in nervis substantia, quæ præsidio esse videtur, ne electricum nerveum fluidum non sine gravi detrimento disperdatur, impedimento erit, quominus idem fluidum per deferentem nervorum intimam substantiam excurrens ab iisdem nervis, ubi opus fuerit, ad contractiones perficiendas exeat, atque per arcum ad musculos suo more & ingenio velocissime transferatur.

Quemadmodum enim etsi cera obductus leidensis phialæ conductor, nihilominus eidem apposito arcu explosio obtinetur, si vel tenue fuerit ceræ stratum, vel etsi crassius, tenui tamen metallico folio fuerit obductum, dummodo certos crassitiei non prætereat limites, ut nos sæpius experti fuimus; sic a nervo simili forte ratione a natura fabrefacto, maximeque arte armato, poterit electricum fluidum effluere, contractionesque perficere.

Liceat itaque nobis haud forte improbabilem sequi hujusmodi hypothesim, quam tamen continuo abjiciemus, simul ac aut docti homines ab ea dissenserint, aut aptiorem aliam Physicorum inventa, vel nova hac de re suscepta pericula demonstraverint.

Pau-

Digitized by Google

Pauca nunc de animalis hujus electricitatis indole ab iis desumpta, quæ ex enarratis periculis licuit inferre. Sunt itaque huic electricitati alia cum artificiali, & vulgari, alia cum Torpedinis, aliorumque hujus census animalium electricitate communia.

Communia cum vulgari electricitate sunt; primo liberum ac facile iter per eadem corpora, per quæ communis illa excurrere consuevit, per metalla scilicet in primis, atque inter hæc per perfectiora, & nobiliora, ut sunt aurum, & argentum; deinde per minus nobilia, æs nempe, ferrum, stamnum, plumbum, præterea per imperfecta, cujusmodi sunt antimonium, ac postremo per mineras; facilis item ac libera via per aquam, per humida corpora; difficilior per lapides, terras, ligna; interrupta demum, ac penitus interclusa per vitrea, resinosa, oleosaque corpora, quo fit ut si metalla cohibenti plano fuerint superstrata, non secus ac communis, & artificialis cumulari in iisdem, & longe majores edere effectus consueverit, contractiones scilicet vehementiores, diuturnioresque excitare, quam si eadem metalla cum deferentibus aliis corporibus libere communicarent.

Secundo delectus in excursu brevioris, expeditiorisque viæ, arcus nempe, angulorum, cuspidum.

Tertio duplex ejus, atque contraria indoles, alia scilicet positiva, negativa alia.

Quarto diuturna ejusdem, & per horas constans musculis adhæsio, non secus ac communis electricis natura corporibus adhærere diu consuescit.

Quinto spontanea, neque ad exiguum temporis spatium producta ejusdem veluti instauratio.

Sexto insigne ipsius virium incrementum armaturæ, ut ajunt, artificio adhibito, eoque ipso metallo confectæ, quo resinosa, & vitrea corpora sepire Physici in more habent.

Communes vero cum torpedinis, aliorumque hujus census animalium electricitate proprietates hæ maxime sunt. Circuitus nempe veluti quidam electricitatis ab una animalis parte ad alteram, isque vel per arcum, vel per ipsam aquam arcus vices gerentem, ut physici animadverterunt. Quo sane constat, talem circuitum non torpedinis solum, aut similium, sed plerorumque forte animalium nostris adhibitis artificiis esse proprium. Præterea ut in illa, sic in ista desunt & levioris quasi auræ sensatio, & attractio, aut repulsio levissimorum corporum, & mi-

Digitized by Google

& minimi demum motus in electrometris hactenus inventis indicia.

Id vero etiam commune habet animalis nostra electricitas cum hujusmodi electricitate, ut nullo prævio artificio, frictione nempe, calore, aut hujusmodi aliis indigeat, quibus excitetur; sed parata veluti a natura ac prompta jugiter sit, soloque contactu se prodat. Immo tanta est ad agendum promptitudo in ea animalium electricitate, quam experti fuimus, ut si corpore licet cohibente attingatur vertebralis tubus quo loco est armatus; nihilominus haud raro contractiones se prodant, animali potissimum recenter mactato, & præparato, sæpe autem contingant si idem cohibens corpus adversus metallicum folium ita urgeatur, ut folii contactus cum nervo e tubo egredienti aut augeatur, aut immutetur, quod nescio an de torpedinis electricitate possit affirmari.

Id porro unum torpedinis maxime, atque affinium animalium proprium, ac peculiare videtur, ut pro arbitrio, ac voluntate extra cutim valeant electricitatem dirigere, atque expellere ita ut suum illa extra corpus circuitum conficiat, & tanta copia, & vi, ut scintillam, si Physicos audiamus, exhibeat, ut concussionem, vehementemque sensationem inducat, eumque interdum impetum in animalcula, quæ in ipsius circuitus semitam incidunt, faciat, ut eadem vel necet, vel stupida reddat, & consternata. Verum haec uberiorem forte in hujus census animalibus electricitatis copiam, & vim designant, non vero dissimilem naturam; & forte aliquando inveniri poterunt artificia, quibus hujusmodi effectus in aliis etiam animalibus obtineantur.

Inventæ autem a nobis atque indicatæ ejusmodi electrici circuitus in cæteris animalibus cum vires, & rationes, tum viæ, & instrumenta aliquam forte lucem circa eumdem in torpedine, affinibusque animalibus circuitum poterunt afferre, & rursus ab horum animalium organorum, quæ ad id muneris apta sint, diligentiori disquisitione, & observatione poterunt hæc nostra lucem recipere. Instrumenta forte erunt similia, iidem electrici circuitus termini, musculi nempe, & nervi.

Hæc de indole, atque ingenio animalis electricitatis. Pauca nunc de ejusdem fonte. Hunc non dissimilem ab eo esse putarem, quem Physiologi ad hæc usque tempora pro spiritibus animalibus indicarunt, cerebrum nempe. Licet enim electricitatem

Digitized by Google

tem musculis inhærentem indicaverimus, non in ea tamen versamur opinione, ut ab iis quoque tamquam a proprio, & naturali fonte emanet.

Nam cum omnes nervi, tum qui ad musculos, tum qui ad cæteras feruntur corporis partes, ut specie, sic natura iidem videantur omnino esse; quis jure negabit ejusdem indolis fluidum omnes vehere? Sed jam supra ostendimus, per musculorum nervos electricum ferri fluidum; feretur igitur per universos: ab uno itaque, & communi fonte, cerebro nempe, omnium principio & origine idem haurient: secus enim tot essent fontes, quot sunt partes, in quas nervi desinunt; quæ cum natura, & constructione sint admodum dissimiles, non unius ejusdemque, ut oportet, fluidi elaborationi, & secretioni aptæ esse videntur.

Electricum igitur fluidum cerebri vi præparari, atque e sanguine extricari simile veri credimus, illudque nervos ingredi, atque intus per eos excurrere sive cavi & liberi sint, sive, ut probabilius videtur, tenuissimam lympham, vel simile aliud peculiare tenuissimum fluidum vehant a corticali cerebri substantia, ut plerique opinantur, secretum. Quod si erit, recondita, ac diu frustra perquisita spirituum animalium natura haud obscure forte tandem prodibit. At, ut ut res sit, eorum certe electricitatem in posterum post hæc nostra tentamina in dubium, ut opinor, revocabit nemo. Quam etsi ratione, & nonnullis tantum ducti observationibus in publicum nostrum Anatomicum Theatrum primi forte attulimus, celeberrimique viri quamplures jam pridem indicassent, numquam tamen amicam adeo nobis fortunam arbitrati essemus, ut eamdem in nervis latentem, & manibus veluti pertractare, & extra nervos deducere, ac pene sub oculos ponere nobis forte primis concederet.

His præmissis atque indicatis ad ea nunc primum me confero, quæ ad explicationem pertinent aliquam muscularium maxime contractionum, quæ nostris experimentis obtinentur, ea deinde prolaturus, quæ cum ad naturales, ac voluntarios motus tum ad invitos, morbososque spectant, ut nostrarum observationum utilitati aditus aperiatur aliquis, si quidem ab animalibus, atque maxime a calidis ad hominem hæc nostra, ut non sine causa arbitramur, liceat transferre.

Ex captis itaque experimentis illud haud difficile eruitur, celerem vehementemque nerveo-electrici fluidi excursum per musculos

scu-

sculum ad nervum illum esse, quo maxime musculares contractiones, ac motus excitantur.

Qua vero ratione hujusmodi electricitatis excursus contractiones inducat, utrum ex. gr. mechanica quadam irritatione, ac stimulo, aut nervos, aut muscularem fibram percellendo, ejusdemque, ut ajunt, irritabilitatem excitando, an more, & ingenio communis vaporis electrici peculiarem, vehementemque attractionem inter particulas ex. gr. muscularem fibram componentes celerrimo suo per eamdem excursu inducendo, ut propius illis ad se mutuo accedentibus reddatur fibra brevior, an alia, ut proclivius est credere, nondum cognita ratione agat, scitu perdifficilis nimis res est, atque tenebris nimis obvoluta. Alia forte, atque alia hac de re instituta pericula aliquod lumen aliquando afferent. Sed nunc illud primum quærendum venit, qua scilicet ratione, quibus de causis talis a musculis ad nervos electricitatis excursus in enarratis periculis contingat, quod in allata supra hypothesi haud difficile erit invenire.

Diligenter itaque velim in primis animadversum, duo vel maxime requiri, vel certe summopere conducere ad musculares excitandas contractiones, de quibus hactenus disseruimus.

Primo nempe aliquid, quod fluidum nerveo-electricum a musculo ad nervum advocet, atque ad exitum sollicitet; aliquid deinde, quod idem e nervo exiens in se recipiat, atque vel ad musculos deferat, ac veluti restituat, vel alio deducat, ac distrahat. Una siquidem, vel altera ex his conditionibus deficiente contractionum phænomenon quoque deficit.

Quæ autem nerveo-electricum fluidum a musculo ad nervum invitant, ac veluti compellunt hæc maxime videntur; sublatum scilicet repente æquilibrium inter internam musculorum, nervorumque electricitatem, & externam corporum cum nervis maxime communicantium; irritatio præterea eorumdem nervorum; contactus corporis alicujus, maxime deferentis, aut cum iisdem ipsis nervis, aut cum corporibus deferentibus cum iisdem nervis communicantibus; nerveæ demum substantiæ commotio veluti aliqua, aut levissimi affrictus species, ut dum simplici percussione plani, in quo præparatum animal jacet, contractiones excitantur (12).

(12) Non solum nerveæ substantiæ sed corporum quoque deferentium cum nervis, & musculis communicantium levis affrictus id præſtat. Sit planum vitreum duabus invicem sejunctis armaturis inſtructum, quarum una

Patet autem hujusmodi incitamenta partim ad sublatum æquilibrium, partim ad genus quoddam impulsus in nervos, etsi minimi, referri demum posse.

Electricum vero fluidum ad nervum his de causis accurrens excipietur corpore quocumque deferenti, quod illud a nervis ad musculos transferet, si ab illis ad hos fuerit electrici arcus more productum; alio autem deducet, si cum nervis tantum, aut cum corporibus nervos contingentibus idem communicaverit, ac certam habuerit magnitudinem.

Jam vero his adnotatis, atque statutis venio nunc ad explicationem muscularium motuum, quos observavimus, atque eorum primo, qui scintillæ jactu obtinentur.

Jactu enim scintillæ eripitur electricitas, cum ex aeris stratis machinæ conductorem circumambientibus, tum ex nervorum conductoribus cum iisdem stratis communicantibus; fitque propterea eorum electricitas negativa. Hinc intima musculorum positiva electricitas viribus cum propriis, tum ab extrinseca electricitate sive artificiali, sive naturali mutuatis uberior ad nervos accurret, ut ab eorum conductoribus excepta, atque per eos se se diffundens deficientem cum in iis, tum in paulo ante dictis aereis stratis electricitatem instauret, seseque cum eadem ad æquilibrium componat; non secus ac in leidensi phiala internæ superficiei positiva electricitas in scintillæ eductione uberius ad illius conductorem iisdem de causis affluit, & ab eodem exit, quemadmodum lucidi electrici penicilli forma aperte declarat.

Hinc sane haud difficile intelligitur conductorum in nervis ad excipiendam, & transferendam electricitatem sive utilitas, sive necessitas, eorumque constans cum muscularibus contractionibus ratio, & proportio.

Si-

---

ranæ armatam spinalem medullam, altera respondentes musculos excipiat. Communicent invicem armaturæ per intermedium elaſtrum; cujus extremum alterum fixum, alterum mobile ſit, nonnihil tamen a plano sejunctum, ita ut excipere possit argenteam laminam, quæ huc illuc excurrendo elaſtri pressione planum confricet. Dum levi hujusmodi frictione utaris in vegetioribus ranis prodibunt contractiones. Illas quoque assequi facile poteris ſi loco elaſtri (*Tab. III. Fig.* 25.) duobus insulatis arcubus invicem intersecatis attritus fiat: tunc enim suppoſita rana novis tremoribus, ac contractionibus afficitur, quod felicius videre eſt, ſi arcus diverso metalli genere conſtent, quemadmodum si ferreus fuerit unus, alter vero, aut ex simplici ære, aut ex ære argento obducto.

Digitized by Google

Similis causa, & ratio esse videtur contractionum muscularium, quæ scintillæ jactu in animali obtinentur vitrea nostra machinula incluso: interna enim musculorum electricitas ad internam vitri superficiem per nervos, eorumque conductores ob eamdem æquilibrii legem videtur affluere, ut tantum scilicet electricitatis ad internam vitri superficiem confluat, quantum per scintillæ jactum ab exteriori fuerit abreptum.

Eadem quoque videtur phaenomeni ratio, & causa in contractionibus, quæ contingunt conductoribus præparatorum animalium ad externam leidensis phialæ superficiem, aut prope eamdem appositis, dum scintilla e conductore internæ superficiei elicitur.

Immo tam apte, & perspicue hac superficierum, & æquilibrii lege phænomenon explicatur, ut eum non facile reprehenderem, qui ab eadem lege contractiones quoque illas explicaret, quæ obtinentur in scintillæ a conductore electricæ machinæ extorsione, duplicemque ille in aereis stratis eumdem conductorem circumambientibus veluti superficiem consideraret, internam alteram conductorem, externam alteram animal respicientem.

At sive hac, sive illa ratione, aut alia nondum cognita res contingat, dubitabit nemo, quin eædem sint phænomeni causæ, & rationes in contractionibus illis, quas fulgurante cœlo fieri diximus; idem enim in fulgurum jactu aereis stratis electricam nubem circumambientibus contingere videtur, ac illis contingat, quæ electricam machinam circumdant.

Tandem ex eadem æquilibrii lege inter positivam musculorum, & negativam obsignatoriæ ceræ electricitatem nemo non videt, facile contractiones illas ortum ducere, quas ex admota nervis eadem cera perfricata contingere diximus, deficere vero admoto perfricato vitro; item ex eadem æquilibrii lege illas quoque contractiones derivare, quas dum clypeus electrophori e suo resinoso plano attollitur, contingere jam monuimus.

Sed venio nunc ad eas, quæ sive arcu, sive corporum deferentium cum nervis contactu, sive eorumdem nervorum irritatione, sive aliis, quos supra indicavimus, modis excitantur; ad quas quidem quod attinet nemo animalis electricitatis, quam attulimus indolem, atque ingenium vel parumper animadvertet, quin facile intelligat, quam illa sint artificia ad internam positivam musculorum electricitatem ad nervos advocandam, eam-

que excipiendam, atque ad externam musculorum partem negative, ut posuimus, electricam transferendam apta, & accommodata.

Verum his semel admissis quæri potest, quid sit, quod si corpore aliquo cohibente nervus vel tangatur dumtaxat, quemadmodum interdum contingit si fuerit ille armatus, vel eodem, vel si mavis artificiali electricitate irritetur, nihilominus prodeant contractiones.

Nam adest tunc quidem & contactus, & impulsus, qui etsi levis forte poterit nerveo-electricum fluidum ad nervi exteriora revocare: at corpus, quod idem fluidum excipiat, atque vel alio æquilibrii causa ducat, vel multo magis ad musculos restituat, deesse omnino videtur.

Verum expositis phænomenis accurate perpensis, atque nerveo-electrici fluidi indole, & ingenio considerato, quo per deferentia dumtaxat corpora liberum aditum, ac paratam sibi viam invenire consuevit, & a nervis ad musculos vehementer contendere, ne tum quidem deferens corpus arcus quasi vices gerens deesse forte videbitur; fluidæ scilicet humidæque extrinsecæ nervorum partes, vel crassæ potissimum, & duræ eorum membranæ, vel utræque id muneris poterunt præstare. Hinc forte cranio aperto, ac nudo cerebro, item spinali medulla e suo vertebrali tubo educta, ac nuda, musculorum contractiones, ut diximus, excitantur nullæ, licet arcus eidem admoveatur; excitantur vero si metallico folio eadem instruatur, quod deficientis membranæ vices longe expleat; secus vero, ut monuimus, in nervis contingit, quos crassis membranis extra cerebrum cum obduxerit natura, sic metallico folio munire perutile quidem semper est, at minime necessarium. Quod si metallicum folium, quo nervos obducere consuevimus, veluti ad partem arcus referas, atque in mentem revoces, quæ de multiplicis arcus substantiæ utilitate in adaugendis contractionibus attulimus, forte contractionum, quæ solo contactu contingere, ut jam diximus, videbantur, plerasque ab arcu etiam repetes, quem partim metallicum folium, partim deferentes jam dictæ nervorum substantiæ veluti conficient.

Hæc autem si concedantur, aditus forte aperietur aliquis ad explicandos musculares motus, qui in vivente animali fiunt, quosque considerare nunc aggredimur. Nam ad voluntarios quod attinet, poterit forte animus mira sua vi, aut in cerebrum, ut

pro-

Digitized by Google

proclivius est credere, aut extra idem, in eum, quem sibi libuerit, nervum impetum quasi quemdam facere, quo fiet ut nerveo-electricum fluidum a respondente musculo confestim ad eam nervi partem confluat, ad quam fuerit per impulsum revocatum, quo cum perventum erit, cohibenti nerveæ substantiæ parte per auctas tunc vires superata, ab eaque exiens excipietur, aut ab extrinseca nervi humiditate, aut a membranis, aut a contiguis aliis deferentibus partibus, per easque ceu per arcum ad musculum, a quo discessit, restituetur, ut nempe juxta æquilibrii legem ad negative muscularium fibrarum electricam partem ea copia tandem confluat, qua a positive electrica earumdem parte per impulsum in nervo, ut opinari placuit, antea effluxerit. Non dissimili forte, immo minus difficili, si quid judico, ratione expediri res poterit in invitis, & præternaturalibus motibus, acribus scilicet, & stimulantibus principiis nervos, vel spinalem medullam, vel cerebrum irritantibus, nerveumque simul fluidum advocantibus, ut a deferentibus partibus exceptum ad musculos tandem tamquam per arcum restituatur.

Pro diversa autem acrium humorum stimulandi, & deferendi vi, ac facultate contractiones quoque erunt dissimiles, item pro vario situ, quem iidem in nerveis partibus occupabunt.

Facile enim est intelligere, ubi hujusmodi humores extra vasa effusi inter nervosæ substantiæ superficiem, & ipsius involucra subsideant, contractiones tunc vehementiores, diuturnioresque fieri debere, quod effusi tunc scilicet, & stagnantes acres humores non vehementius modo nervum irritabunt, sed aptiorem quoque armaturæ & arcus quasi speciem nerveo electrico fluido exhibebunt.

Hinc in gravioribus rheumaticis affectionibus, atque potissimum in ischiade nervosa, in qua stagnat monente Cotunio humor inter involucrum, & superficiem nervi, non acerbiores modo dolores, sed graves adeo, & adeo constantes contractiones musculorum male affecti artus esse consueverunt, ut sæpe idem artus vel diu, vel semper contractus maneat.

Hinc forte etiam tam vehementes, tam diuturnæ, tam facile, & brevibus intervallis redeuntes, & lethales plerumque musculorum contractiones, seu convulsiones insurgunt, ubi acres, ac pravi humores vel intra cerebrum, & piam, vel intra piam, & duram matrem, vel intra cerebri ventriculos, vel intra spina-

na-

Digitized by Google

nalis medullæ, aut nervorum superficiem, & involucra stagnant, ut plerumque in tetano contingit, in quo sane morbo illud maxime mirandum venit, primum universos fere musculos in gravissimas tonicas contractiones incidere, licet unus dumtaxat nervus interdum sit affectus, ut in tetano, qui nervi puncturæ aliquando supervenit; deinde musculos in easdem contractiones & sponte, & sæpe relabi solo quandoque vel levi tremore, aut percussione lecti, aut plani, cui ægrotantis lectulus innititur. Verum simile quidpiam contingere jam vidimus in præparatis, armatisque animalibus, in quibus licet arcus uni dumtaxat crurali nervo applicaretur, tamen omnes musculi non unius tantum, sed utriusque artus in tonicas veluti contractiones incidebant, in easque aut solo tremore, aut percussione plani, in quo jacebant animalia, sponte interdum recidebant, ut propterea pericula hæc nostra videantur hujus morbi, ejusque peculiarium symptomatum sin minus causam, & rationem detexisse, suspicionem saltem aliquam medicis injecisse.

Jam vero his de musculorum contractionibus cum blandis, ac naturalibus, tum vehementioribus, & morbosis positis, ac perpensis, facile erat ut contrariorum vitiorum, paralysis nempe &c., nova veluti causa, & ratio animo objicieretur, cohibitus nempe nerveo-electrici fluidi expositus jam circuitus vel a musculo ad nervum, vel a nervo ad musculum.

Primum forte contigerit, si oleosa, aut alterius cohibentis indolis substantia intimam nervi partem obsideat; alterum si similis materia aut extimam nervi humiditatem, aut membranas ipsas infecerit, aut alias quascumque partes, per quas nerveo-electricum fluidum indicatum jam circuitum absolvit; utrumque autem, si ab acribus, & corrodentibus maxime principiis ejusdem materiei effusio, congestioque promoveatur, & nervorum, vel cerebri substantia texturaque lædatur. Verum hæc etsi forte speciem aliquam veri habere posse videantur in iis potissimum paralysibus, atque apoplexiis, quæ lente, & pedetentim ægros invadunt, in illis tamen, quæ momento temporis miseros aggrediuntur, longe alia phænomeni causa videbatur excogitanda.

Hæc atque similia dum animo volvebam, non apoplexiæ modo, sed epilepsiæ nova quasi causa mihi obversabatur ab iis maxime desumpta, quæ artificiali in animalibus adhibita electricitate sæpe occurrunt observanda.

Quemadmodum enim artificialis electricitas dum de industria

stria

Digitized by Google

stria vel contra cerebrum, vel contra nervos, vel contra spinalem medullam leidensis phialæ ex. gr. conductoris ope dirigitur, eadem si certa copia, ac vi in eas partes irruat, easdem irritat, & animalia in vehementes quasi convulsiones impellit; si vero copia longe majori earum substantiam lædit, ac vehementer labefactat, paralytica, aut apoplectica eadem animalia reddit, aut, si vehementior fuerit, interimit: sic eadem, aut similia posse animalem electricitatem in homine præstare quasi divinabam, maxime si, ut communis electricitas solet, sic illa tenuissima principia raperet, promptissimeque sibimet adjungeret, quibus vis eidem longe major adderetur; cujusmodi essent, quæ sub acrium principiorum nomine veniunt, quæcumque demum ea fuerint; itaque sic coinquinatam animalem electricitatem vel a musculis, vel ab aliis partibus ad cerebrum per nervos contendentem, in illudque irruentem nunc epilepsiam, nunc apoplexiam inducere posse arbitrabar, prout scilicet major, vel minor esset ejusdem in cerebri, aut nervorum substantiam vis, atque impetus, ejusdemque gravius, vel levius coinquinamentum. Advocari enim vehemens ad cerebrum electricitatis animalis per nervos excursus, & impetus posse videbatur a pravorum copia, ac qualitate in eodem cerebro stagnantium humorum, idemque cerebrum, vel nervos stimulantium, ac lacessentium, aut demum, ut alia prætercam, ab ingenti aliqua, & subitanea atmosphæricæ electricitatis mutatione, maxime si subita fiat ejusdem a positiva ad negativam conversio illi forte haud absimilis, quam in stratis aereis tum electricæ machinæ conductorem, tum electricam nubem circumdantibus fieri conjecimus vel scintillæ extorsione, vel fulminis jactu.

Hactenus autem recensitæ causæ neminem non videre putabam quam vehementius, promptius, faciliusque vires possent exercere suas, si acres, stimulantesque materies in cerebro inhæserint, quam si in nervis; idiopathicos enim in illo, sympathicos in his poterunt eos morbos forte designare: sed erunt præterea longe etiam graviores, & facilius contingent hujusmodi morbi, si animalis electricitas, eaque vitiata in corpore, atque in muscularibus, & nervosis maxime partibus redundarit. Hinc forte mecum ipse reputaoam hujusmodi morbos maxime in senibus sævire, quod in iis tum ob intermissos labores, atque exercitia, tum ob inductam a senectute partium ariditatem, oleosæque in primis nervorum substantiæ densitatem, tum demum ob im-

imminutam insensibilem perspirationem, a qua tanta extra corpus & electricitatis, & acrium, tenuissimorumque principiorum copia asportatur, uberior vitiatæ animalis electricitatis copia cumulari videretur; sic etiam sævire eadem de causa fatales hos morbos conjiciebam, gravioribus maxime iis cœli tempestatibus, & mutationibus imminentibus, quibus major in atmosphæra electricitatis copia esse consuevit, aut paulo post; major enim tunc temporis reperitur in animalibus electricitas, ut sæpius dictæ contractiones & promptius, & vehementius tunc contingentes haud obscure significare videntur. His porro aliisque de causis præter modum aucta, ac vitiata electricitas animalis videbatur tali vi, atque impetu in cerebri substantiam posse momento temporis irruere, ut ejus structuram eodem temporis momento læderet vehementer, vasaque disrumperet, unde & paralyses continuo facile consequerentur, & humores effunderentur, effusique, ac stagnantes, ut sæpe contingit, in cadaverum sectionibus reperirentur. Hæc porro, atque alia in mentem veniebant circa horum morborum causam, & invadendi rationem; sed simul intelligebam hujusmodi hypotheses in multas, & gravissimas apud doctos homines difficultates, in eorumque forte reprehensionem posse multis de causis offendere, atque potissimum quod communi, & in scholis receptæ opinioni adversantur, musculares scilicet motus nervei fluidi excursu a cerebro ad musculares partes perfici, non ab his ad illud.

Verum si quis inter cætera ad mentem revocaverit illam quasi auram, quam vel ab inferioribus artubus, vel a stomacho, vel ab imo ventre ad cerebrum ascendentem facile, ac persæpe sentiunt epileptici, & accusant momento, quo convulsionibus corripiuntur; si consideraverit deinde, interdum ejusdem morbi progressum arceri, si laqueus cruri injiciatur, qui ascendentis auræ iter quasi impediat, atque intercipiat; si quis, inquam, ad hæc omnia, atque ad nostra pericula animum advertat, is facile ignoscet nobis, si in has conjecturas descenderimus. Sed hæc, ut ajebam, animo quasi fingebam, eo maxime consilio, ut a doctissimis viris ad trutinam revocarentur.

Proposita non naturalium modo, sed morbosarum contractionum, & paralysis causa ex comperto animalis electricitatis ingenio maxime petita, nonnulla superesse videntur de eorumdem vitiorum curatione attingenda.

Atque in primis illud e nostris periculis erui posse videtur, quod

Digitized by Google

quod quæcumque ad eos tollendos morbos adhibeantur remedia, atque vel ipsa extrinsecus administrata electricitas, hæc omnia, si quid boni afferre debent, in animalem maxime electricitatem vim exerceant suam oporteat, atque eam, ejusque circuitum vel augeant, vel imminuant, vel alia ratione immutent. Quam propterea electricitatem, ejusque statum præ oculis in curatione maxime habeat medicus necesse est.

Itaque cæteris remediis omissis, quorum vim in animalium electricitatem diligens maxime perquisitio, & usus in dies patefaciet, me statim confero ad externæ electricitatis administrationem, & quo clarius res procedat, eam primo in convulsivis, & rheumaticis musculorum contractionibus, mox in paralysi considerabo.

Sed ante omnia triplex in artificiali electricitate humano corpori adhibita facultas venit meo quidem judicio consideranda; ea scilicet, quæ extemporalis quasi dici potest, & continuo in sibi objectas humani corporis partes vim facit, ut dum per scintillam agit, & maxime per electricum veluti fulmen, quando leidensis phiala exoneratur; altera, qua electricitas non continue, sed successive, & tractu temporis actionem edit suam, conjuncta forte, & fere, dixerim cum Chemicis, combinata cum fluidis maxime partibus animalis corporis, ut electricitas illa, quam per balneum recentiores appellant Physici; postrema demum, quæ electricitatem ex animali eripit, ut dum negativa, quam appellant iidem Physici, electricitas adhibetur.

Has nunc singulas facultates in recensitis morbis breviter consideremus. Ad convulsivas autem quod attinet musculorum contractiones, facile quisque videt eas in nostra hypothesi pendere plerumque vel ab exuberante, ac vitiata in musculis animali electricitate, quæ levissimis de causis a musculis ad nervos, atque ad cerebrum advocetur, vel ab acribus maxime, ac stimulantibus principiis sive cerebrum, sive nervos percellentibus, vel, ut sæpe fit, ab utraque causa.

Si primum, positiva, ut ajunt, electricitas vix, ac ne vix quidquam utilitatis, immo damni plurimum afferre posse videtur quacumque administrata ratione; poterit quidem negativa, ut patet, haud leviter prodesse.

Si vero fuerit alterum, a positiva electricitate aliquid licebit medico utilitatis sibi polliceri, si hæc per artificium ad affectos nervos dirigatur; ea enim poterit acria principia a nervis sua vi repellere; atque removere.

Digitized by Google

Hæc propterea convulsionum, earumque causarum discrimina erunt a medico diligenter attendenda, & perquirenda: & quamquam utraque sæpe adsit forte causa, sedulo tamen videndum, quæ fuerit earum potior, quod etsi difficile, non omnis tamen abjicienda spes est, quin id aliquando tandem assequi possimus. Nam exuberantis electricitatis aliqua ex. gr. nec forte levia esse poterunt indicia, præsens, vel paulo ante prægressa in atmosphæra electricitatis copia, quæ quantum animalis electricitatis vires adaugeat vel nostra comprobant experimenta. Hujusmodi autem copia electrometrorum atmosphæricorum artificio explorari, & dignosci potest, nec non nubium conspectu, anni tempore, cœli tempestatibus, ventorum qualitatibus, lunæ phasibus, aliisque traditis a clarissimis Physicis signis, atque a Bartolonio in primis, & Gardinio. Præter hæc electricitatis in nobis copiam indicare etiam poterunt insueta quædam motuum, ac maxime oculorum alacritas, & celeritas a nulla alia manifesta causa pendens summa cum varietate, & inconstantia conjuncta.

Item suspicionem movere poterunt forte illæ ipsæ mutationes, quas gignere in nobis artificialis consuevit electricitas; internus nempe insuetus calor, auctæ secretiones excretionesque; ut alvi, urinarum, salivæ, sudoris, insensibilis perspirationis, pulsuum celeritas, magnitudo, vibratio, usus præterea alimentorum, in quibus principia idioelectrica contineantur, ut aromatum, oleosorum, spirituosorumque liquorum, præcipue si harum mutationum causæ non aliæ forte appareant. Certe præire hæc pleraque solent gravioribus maxime convulsionibus, aliisque nervorum affectionibus, ut epilepsiæ, maniæ, aliisque similibus.

Contraria autem monere nos de negativa, vel deficiente electricitate haud obscure poterunt. At vero pravæ, & coinquinatæ electricitatis, si quæ fuerint, indicia præbebunt forte aliqua ea ipsa ægrotantium incommoda, ac morborum symptomata, quæ fignificare medicis consueverunt acrium principiorum vim, atque imperium.

Sed hæc attigisse sufficiat, ut aliqua ad varium animalis electricitatis statum investigandum, & dignoscendum pateat via.

Ad rheumaticas vero musculorum contractiones quod attinet, cum illæ plerumque ab acri, ac stimulante materie in nervis subsidente originem potissimum ducant, facile est conjicere, in iis singulas fere administrandæ positivæ electricitatis methodos usui esse posse, eo tamen ordine, ac ratione adhibitas, ut

pri-

Digitized by Google

primo illa methodus adhibeatur, quæ per balneum appellatur ad uberiorem in musculis colligendam electricitatem; tum ea, quæ per scintillas; postremo quæ per concussionem administratur; ut primo scilicet mechanica, ac repellente electricitatis vi stagnantes humores attenuentur, indeque facilius ab affecta parte aucto impulsu removeantur.

Neque minus eadem de causa prodesse quoque poterit electricitas negativa in affecta parte nostra potissimum methodo adhibita, extorsione scilicet scintillæ sive a machinæ conductore, sive a leidensi phiala, potissimum si suis conductoribus affecta pars instruatur, quorum nempe alii machinam respiciant, alii cum tellure communicent; quæ quidem methodus poterit forte utilior reddi, si aut magnæ leidenses phialæ, aut earum multæ uni, eidemque communi conductori conjunctæ, aut grandiores electricæ machinæ adhibeantur, quales nostris temporibus haud difficile construuntur; aut multo magis si ratio inveniatur, qua animalem electricitatem a certis musculis ad certos nervos dirigere, ac impellere liceat. Neminem enim fugit, ex iis, quæ protulimus, vehementiorem hac methodo per affectos maxime nervos excursum electricitatis animalis promoveri, aptissimum, ut videtur, præ cæteris adjumentum ad stagnantia, & impacta in nervis principia disjicienda, solvenda, atque ab ipsismet nervis expellenda. Hinc forte musculares motus, qui ab electricitatis e musculo ad nervos excursu, ut diximus, forte proficiscuntur, haud parum boni, atque levaminis in rheumaticis affectionibus afferre consueverunt, atque eo magis, quo affectæ partes, licet cum aliquo incommodo, ac dolore, vehementius moveantur.

Quod si nova hæc negativæ administrandæ electricitatis methodus aut in his morbis fuerit aliqua cum utilitate conjuncta, aut in aliis, quanto majora adjumenta licebit nobis ex atmosphærica electricitate polliceri, si sævientibus ex. gr. tonitruis, ac fulguribus affectæ partes suis conductoribus, ut in artificiali monuimus, caute prudenterque instruantur: an forte hæc fuit causa, cur aut contracta a prima ætate, aut paralytica per morbos membra naturalem flexibilitatem, robur, & se movendi facultatem, ut narrat Bartolonius, recuperarint post fulmina non longe ab ægrotantibus jacta?

Ad paralysis vero curationem quod spectat, rem plenam difficultatis, & periculi video; difficile enim dignoscere est, utrum a vitiata nervorum, vel cerebri structura morbus oriatur,

 an

an a cohibenti materie vel intimas nervi partes, vel alias, quibus electricitatis absolvi in nobis opinamur circuitum, obsidente. Si primum, parum prodesse, multum forte obesse artificialis electricitas poterit quacumque ratione administrata; si alterum, utilitatis quidem aliquid aut cohibentem materiam discutiendo, aut animalis electricitatis vires adaugendo, afferre posse videtur. Sed rem omnem usus aliquando, & experientia forte aperiet.

Jam vero nonnulla nec levia, neque inutilia ex nostris periculis consectaria postremo loco attingamus.

Ex his itaque constare videtur, cum artificialem, tum atmosphæricam electricitatem imperium in musculos, ac nervos habere longe majus, quam ante hæc tempora cognitum fuerit; tantamque facultatem ab earum maxime viribus in animalem electricitatem proficisci, quanta scilicet visa est in nostris periculis posse eamdem animalem electricitatem ad motum, ejusque e musculis exitum, velocioremque per nervos excursum promovere, vehementesque musculorum contractiones excitare.

His autem cognitis aditus forte major, quam antea patere posse videtur vel ad novas inveniendas administrandæ electricitatis, utilioresque præ hactenus compertis methodos, vel ad consensus causas detegendas inter atmosphæricæ electricitatis, & nostræ valetudinis vicissitudines, interque subitas illius mutationes, & quosdam morbos.

Monere videntur præterea hujusmodi pericula, in fulgurum, scintillarumque jactu non atmosphæricam tantum electricitatem, sed forte etiam terrestrem cœlum versus refluere. An vero ex hoc refluxu fit, ut magnis coortis in cœlo tempestatibus in atmosphærico aere mutationes, vicissitudinesque contingant non modo propter diversi generis principia, quæ a variis cœli regionibus, verum etiam propter ea, quæ a tellure in aerem secum transferet, si id habeat electricum fluidum sibi proprium, quod Physici bene multi illi concedunt, ut corporum nempe, per quæ transit, subtiliorum principiorum alia quidem expellat, dissipetque, sed alia quoque rapiat, sibiquemet adjungat? Verum hæc Physici maxime videant.

Talis autem terrestris electricitatis in atmosphæram refluxus ubi contingat, vel magnam, vel non mediocrem certe sibi vindicare poterit partem in celerioribus illis, ac magnis plantarum incrementis, quæ clarissimus Gardinius post fulgura, & tonitrua animadvertit, & atmosphæricæ potissimum electricitati vaporibus conjunctæ adscripsit.

Tan-

Digitized by Google

Tandem cum hujusmodi musculorum contractiones, quas sub cœli tempestatibus haberi diximus, novum veluti, atque non dubium atmosphæricæ electricitatis, ejusque virium in animalem œconomiam signum præbeant, eæ ad terræmotus non tam causas, quam in eadem œconomia effectus patefaciendos poterunt forte haud leviter conducere; ut propterea non inutile videatur, hæc eadem ipsa, ubi terræmotus sæviant, experiri.

Sed conjecturis sit modus, atque adeo finis. (13) Hæc maxime erant,

---

(13) Quamvis Galvanius in suo commentario a judicio de irritabilitatis natura ferendo se temperet, in publicis tamen Physiologicis exercitationibus plura & nova, & ingeniosa prosecutus est, quæ cum auditorum animos in suam sententiam rapuerint, non duximus hoc loco prætermittenda. Illa ad pauca contraham modo meo, sperans futurum, ut aliquando hæc ipsa difficillima Physiologiæ pars uberiorem Galvanii minus desideret pertractationem.

Hæc Quæstionis omnis vis est, utrum fibris muscularibus insita irritabilitas animali electricitate excitetur, an ipsa electricitas per se se motus gignat musculares. Electricitatis vero gravissima phænomena statim exhibent haud levem irritabilitatis cum electrico universali principio similitudinem. Corpora namque cernimus contraria electricitate insignita inter se invicem attrahi, homologa repelli. Hinc vitrea lamina resinoso plano incumbens data electricitate ipsi firmiter adhæret; adhærent quoque invicem vitreæ superimpositæ laminæ, quarum armaturæ quadrati magici instar externa respiciant; imo electrica vi gignitur tanta ipsarum cohæsio, ut ope cohibentis corporis superior lamella elata secum rapiat inferiorem. In hoc phænomeno removetur facile unius generalis agentis attractionis suspicio laminas exonerando: statim enim inferior lamella vitrea a superiori sejuncta præceps ruit, nisi lapsus prohibeatur. Electrico tandem fluido validas exortas attractiones miramur in adhærente charta media inter corpora, per quæ electricitas fertur, & in figuris a Lichtembergio colophoniæ attracto pulvere electrophoro inscriptis, quæ modo litteras exprimunt, modo radiantes soles imitantur.

Quænam porro alia sunt irritabilitatis munera, quam ut vel aliquo corpore perciti, vel animo concitati musculi vehementius se contrahant? Cum vero electricitatem a nervis deferri, in musculis immerari, & in gyrum per eosdem moveri experimentis constet, proclive erit opinari musculorum elementa eâdem, quæ tam late dominatur agente potentia, laminarum descriptarum more ad arctiores contactus adduci, indeque musculos in contractiones cieri, donec electricitatis fluxu cessante contractæ fibræ in pristinum relaxationis statum elasticitatis ope restituantur. Ex his colligitur musculorum contractiones unam electricitatis vim, & actionem omnibus cognitam, atque perspectam gignere posse, neque propterea aut irritabilitate, aut alia ignota vi in musculis latente, quam ipsa excitet, indigere, nisi forte irritabilitatis nomine eam elementorum musculares fibras componentium dispositionem, atque naturam intelligas, qua electricitatis actioni obsequantur; id quod neque vis nomen mereri videtur, essetque & musculis, & corporibus aliis pluribus commune. Propositas hactenus Galvanii conjecturas studuimus simpli-

Digitized by Google

erant, quæ doctissimis viris circa vires cum artificialis, tum atmosphæricæ, & procellosæ, tum naturalis electricitatis in motu musculari, qui animi imperio subsit, comperta communicarem, ut eam afferre aliquando utilitatem possent, quæ nobis maxime fuit in votis.

Quæ autem pertinent ad earum electricitatum vires in naturalibus motibus, in sanguinis circuitu, & humorum secretione, ea quamprimum altero commentario, ubi paulo plus otii nacti erimus, in lucem afferemus.

EO-

---

cissimo quodam ratiocinio, quantum in nobis erat, confirmare.

Hallero electricitas quidem muscularis motus validissimus stimulus habita est; mechanicus tamen ille erat stimulus in musculos agens, extra musculos existens. Nunc Galvanii experimentis detectum est irritabilitatis stimulum intra musculum versari lege, atque instituto naturæ. Nulli autem sunt alii electricitatis in musculo insidentis effectus, præter eos qui partium attractionem respiciunt, quos irritabilitati tribuunt Halleriani. Ast idem effectus a duabus diversis efficientibus causis manare nequit. Igitur quando propositarum causarum una dumtaxat efficiens appellanda sit, aut ad idem principium revocandæ erunt electricitas, atque irritabilitas, aut earum virium una alteri muscularis motus actionem cedat oportet. Certa vero intra musculum existens electricitatis vis, certis moderata legibus, haud videtur posthabenda minus comperto electricitatis principio. Oporteret enim, ut duo sibi sumerent Halleriani, alterum ut irritabilitatis aperirent non conditiones aliquas, sed veras leges, quod nos in electricitate præstamus; alterum ne animalem electricitatem imparem muscularibus motibus perficiendis statuerent, nisi demonstrata prius manifesta contradictione inter illam, & excitatos motus musculares. Hæc duo si ostenderint non habebunt nos repugnantes, quibus tunc satis erit, ut inter validiores, nobilioresque irritabilitatem excitantes causas animalis electricitas recenseatur.

Sed antequam finem facio meum est phænomena quædam commemorare, quæ electricitatis potissimum actionem commendant. In calidis, aut frigidis animantibus, si nervus armatura vestiatur, nedum qui respondet musculus, sed aliæ etiam circumpositæ musculares partes tremore quatiuntur. Quod si Hallerianis commodum erat perfugium ad consensionem nervorum, nunc acceptissimum deberet esse illius consensionis admodum probabilem causam in electricitate fuisse detectam. Non est autem probabile naturam musculares partes omnium exquisitissimum electrometrum effecisse, atque ipsius motricem causam in illis immisisse, si voluisset ipsam otiosam conquiescere, motusque musculares ab aliis novis agentibus reconditis viribus procreari. Quam præterea feliciter sensationum, ac motuum muscularium mira celeritas, ac promptitudo eo intelligitur agente fluido, quod omnium velocissimum est. & rapidissimum? Sed jam conjecturis sit modus, ne ipsis nimium indulgendo ab Auctoris modestia, quam nobis imitandam proposuimus, recedamus.

Digitized by Google

EORUM, QUÆ IN TABULIS EXPRIMUNTUR,

BREVISSIMA EXPLICATIO.

TABULA PRIMA.

Fig. 1.

C Machinæ electricæ conductor.

B Cylindrus metallicus in globum desinens, quo scintilla extorquetur.

Fig. 2. Rana ad experimentum parata.

C C Crura.

D D Nervi sacri, qui in crurales nervos abeunt, quos crurales internos placet appellare.

E Filum metallicum per medullam spinalem trajectum.

G Ferreus cylindrus, quo tangitur filum ferreum, dum scintilla e conductore machinæ extorquetur.

H Cylindrus vitreus, quo tangitur filum ferreum E, dum scintilla elicitur.

K K Nervorum conductor.

Fig. 3.

A Phiala vitrea, intra quam præparata rana est conclusa.

B Filum ferreum cum unco ranæ conjunctum.

C Extremitas suspensi fili ferrei, cui adnectitur filum ferreum B.

E E E Filum ferreum, quod conjunctum cum filo ferreo B, efficit nervorum conductorem, eumque longissimum.

F Uncus ferreus, cui adnectitur filum ferreum B.

Fig. 4.

C Nervorum conductor.

D Musculorum conductor.

Fig. 5. Leydensis Phiala.

A Phialæ armatura.

Fig. 6.

A Phiala inversa, intra quam continentur globuli venatorii.

B Similis phiala, intra quam est animal, atque prope basim

sunt

Digitized by Google

sunt globuli venatorii conductoris musculorum vices gerentes.

Fig. 7.

A A Filum ferreum insulatum, seu nervorum conductor.

B Cylindrus vitreus sustinens filum ferreum A acuminatum, qui metallica conica superficie ab humiditate dilabentis aquæ vindicatur.

D Filum ferreum, seu conductor musculorum, cujus extremitas una artus attingit, altera ad putei aquas deducitur.

Fig. 8.

E Rana de more parata in putei horizontali plano locata.

T Nervorum conductor non insulatus, qui una sui extremitate spinali medullæ infigitur, altera ferreo unco muro infixo adnectitur.

TABULA SECUNDA.

Fig. 9.

A Folium metallicum ex stamno tubo vertebrali præparatæ ranæ appositum.

C Folium alterum metallicum ex aurichalco appositum cruri. Planum, in quo jacet animal, vitreum est.

Fig. 10. Arcus duo, qui vitreo, vel resinoso cylindro sunt inserti, quorum alter unco spinali medullæ infixo, alter denudatis ranæ musculis admovetur.

Fig. 11. Præparata rana, cujus crus alterum suspensum detinetur, alterum vero cum vertebrali tubo, suo unco instructo argenteum planum attingit.

Fig. 12. Arcus duo metallici, quorum unus æreus est, alter ex argento confectus.

Fig. 13.

G G Metallici conductores, quorum unus superiori, alter inferiori armatæ superficiei quadrati magici est appositus. Ranæ nervi ita ad oram quadrati magici inflexi sunt, ut inferiorem superficiem attingant, una cum spinali medulla.

Fig. 14.

K. Vitreus tubus, qui diversis fluidis repletur, ad quæ arcus ope animalis electricitas deducitur.

Fig.

Digitized by Google

Fig. 15. Ranæ cruribus ab invicem sejunctis obtinentur contractiones.

Fig. 16. Nedum crura sunt ab invicem sejuncta, sed vertebralis tubus bifariam sectus.

Fig. 17. Rana supra planum vitreum duobus locis foliis metallicis diversis armatum.

F Folium argenteum.

G Folium æreum.

Fig. 18. Vasa vitrea duo fluidis repleta, in quorum uno sunt immersa ranæ crura, in altero nervi. Adest arcus metallicus, qui ad utramque fluidorum libellam defertur.

Fig. 19.

A Conductor metallicus appositus inferiori quadrati magici armatæ superficiei, quæ super denudatos cruris musculos est posita.

B Alter conductor metallicus, quo superior ejusdem quadrati magici superficies attingitur, supra quam armatus cruralis nervus est extensus.

Fig. 20. Crus pulli.

B Nervus cruralis armatus.

D Femoris dissecti musculi.

TABULA TERTIA.

Fig. 21.

D Vitreum vas hydrargiro plenum, e cujus interna superficie recurvum prodit filum metallicum.

E Rana cujus crura sunt in aquam demersa, atque spinalis medulla metallico filo sustinetur.

Fig. 22. Leydensis lagena in suis armaturis conductoribus duobus instructa.

A B Metallicum filum internæ armaturæ junctum, quod ranam sustinet, cujus pedes metallico plano insulato nituntur.

D C Alterum metallicum filum ranam sustinens, quod externæ armaturæ respondet.

Tabula leydensem lagenam sustinens accurate insulata sit oportet.

Fig. 23.

A B Vitreus cylindrus.

Digitized by Google

D A S Æreum filum argento obductum, quod in A lamina metallica vitreo cylindro firmiter adnectitur.

M N Simile brevius æreum filum metalli ope vitreo cylindro adnexum, cujus extremum N in metallicum circulare perforatum planum desinit prunis excipiendis idoneum.

Fig. 24. Vitrea lagena, intra quam mobilissimum electrometrum concluditur.

M, N Conductores duo metallici in sphæram desinentes, qui ad medium pendulum admoveri, vel removeri possunt.

Fig. 25. Vitrea lamina sejunctis armaturis duabus instructa, quarum altera armatæ ranæ spinalem medullam, altera musculos excipit.

Arcus duo dissimili metallo comparati, quorum extrema duabus armaturis respondent, atque commune habent punctum intersecationis, in quo excitari pro arbitrio attritus potest.

Fig. 26.

A Leydensis lagena de more onerata electricitate.

B, C Leydenses electricæ lagenæ, quarum altera conductorem acuminatum habet, qui versus exteriorem lagenæ A armaturam dirigitur, altera conductore donata est, qui in oppositam partem flectitur.

Planum quod lagenas sustinet ex marmore est.

Fig. 27.

A Conductor electricæ machinæ, quæ supra tabulam versatur.

D, F Phialæ duæ conductori suppositæ, quarum altera artificiali electricitate onerata est, altera de more paratam ranam continet.

E, G Phialæ aliis duabus D, F penitus similes.

H Metallicus conductor insulatus, qui per tabulæ rimam ad externam armaturam fertur, quæ phialis E, G respondet.

T Conductor electricæ machinæ subtus tabulam delitescentis.

Omnes phialæ vitreæ, quæ in tabula versantur, instructæ sunt metallico conductore, qui in tres cuspides desinit.

LET-

Digitized by Google

LETTERA

DEL SIG. DON BASSANO CARMINATI

P. Professore di Medicina nella R. I. Università di Pavia ec.

AL SIGNOR DOTTORE LUIGI GALVANI.

HO tardato finora a ringraziarvi del prezioso dono, che col mezzo del nostro comune Amico, e mio rispettabile Collega P. Don Mariano Fontana mi avete fatto della Dissertazione contenente l' originale bellissima vostra scoperta sull' Elettricità naturale e spontanea degli Animali, ho tardato, dissi, finora, affine di porgervi colle mie più sincere congratulazioni quelle pure di altri miei celebri Colleghi, e specialmente di Spallanzani, di Barletti, di Volta, di Rezia e di Malacarne, i quali sentono meco tutta l' importanza di codesto vostro mirabile ritrovato, e vi ricolmano delle meritate lodi. Ma se io pel divisato motivo non sono stato dei più solleciti a rallegrarmi con Voi, avrò forse il merito almeno di parteciparvi prima d' ogni altro il vantaggioso giudizio, che delle vostre osservazioni e sperienze ne ha dato uno dei migliori giudici, ch' io conosca in siffatte materie, cioè l' ornatissimo nostro Cavaliere e mio celebre Collega Sig. Volta, a cui comunicai il primo la vostra dissertazione, sicuro, ch' ei non avrebbe tralasciato di ripetere le principali vostre sperienze, di variarle, di farne delle nuove, e di portare più in là, che fosse stato possibile, le ricerche su di un punto così fecondo di conseguenze importantissime nella storia fisica degli Animali. Ora egli mi ha comunicati alcuni risultati delle sue sperienze fatte in questi ultimi otto giorni, dacchè ha cominciato ad occuparsene; ed io mi faccio una vera premura di riferirveli, lusingandomi di fare ad amendue cosa grata, e opportuna a porre in maggior luce una scoperta, che fa tanto onore a tutta l' Italia.

E prima quanto all' Elettricità artificiale applicata alle rane in varii modi preparate o tagliate o intiere, ha egli osservato che è mirabile la loro sensibilità, o irritabilità in tutti i casi, diversa però secondo le diverse preparazioni: maggiore essendo, che nella rana intiera, nella decapitata, massime conficcato un

Digitized by Google

ago nella spina del dorso, e facendo passare per questa strada l' elettricità alla estremità delle gambe posteriori: molto maggiore poi tagliata la rana in guisa, che restino le sole gambe e coscie attaccate pei due nervi crurali alla spina, portato via tutto il resto: e incomparabilmente più ancora, se questa spina, e parte dei detti nervi si rivestano con sottil foglia metallica. Combinano dunque fin quì le sue colle vostre sperienze, che sonosi pure da me, e da altri trovate accuratissime, e descritte con tutto il candore, e colla maggiore eleganza.

Ma il Chiarissimo Sig. Volta ha voluto avanzarsi a determinare, e ridurre a gradi e misura, la forza dell' Elettricità richiesta in tutti questi casi ad eccitare ne' muscoli le contrazioni, e i moti da voi descritti. Ha trovato dunque, che per la rana viva e intera basta un' elettricità appena scintillante, e che alza il quadrante elettrometro di Henly da otto o dieci gradi; ed anche meno assai basta di carica elettrica della boccia di Leyden, cioè cinque o sei gradi, collocando la rana nel circuito della scarica. Quando è decapitata con infisso l' ago nel modo suddetto, bastano dell' elettricità di semplice conduttore, se questo è discretamente grande, tre o quattro gradi dell' isteſso elettrometro, e meno di carica della boccia di Leyden. Quando poi la rana è preparata nel modo già indicato, sicchè la ſpina dorsale tenga alle gambe pei soli nervi crurali diligentemente snudati, un' elettricità così debole, che non muove neppur d' un grado il quadrante elettrometro, e di otto o dieci gradi solamente un elettrometro di Cavallo a boccetta (con pendolini di paglia alla maniera dello stesso Sig. Volta), basta a produrre le solite convulsioni nella rana: e adoperando la boccia di Leyden bastano uno o due gradi di questo stesso dilicatissimo elettrometro. Ma nulla è ancora rispetto alla sensibilità dell' animale, quando gli siano fasciati, come sopra, e spina e parte de' nervi colla foglietta metallica: allora meno di un decimo di grado di questo stesso elettrometro, che sia carica una boccia di Leyden piuttosto grande, produce l' effetto di convellere tutti i muscoli dell' animale così preparato.

Ma come misurare una elettricità tanto impercettibile, che non muove sensibilmente neppure un coral elettrometro con listerelle di foglietta d' oro sottilissima alla maniera di Bennet? Il nostro Sig. Volta ricorre quì al suo condensatore dell' Elettricità descritto nelle Transazioni Anglicane per l' anno 1782., e se-

segnatamente a quello di una specie di guanto applicato al capelletto piano dell' indicato elettrometro a boccetta: quale nuovo artificio ha egli diffusamente descritto e spiegato nelle sue lettere sulla Meteorologia elettrica, pubblicate nel Giornale del Dr. Brugnatelli di Pavia intitolato *Biblioteca Fisica d' Europa* (1).

Un' elettricità cotanto debole, e impercettibile affatto ad ogni altra prova, producendo così manifesti effetti nella rana preparata, la costituisce un elettrometro dieci volte più sensibile almeno del più sensibile a fogliette d' oro, per le cariche di un capace conduttore, e delle bocce di Leyden.

Ridotta a questo minimo l' elettricità artificiale, che può convellere la rana, conchiude il Sig. Volta, che a questi termini, e grado medesimo di forza agisca l' elettricità spontanea, ossia animale propria dell' animale, quando preparato nello stesso modo, i suoi muscoli si contraggono ed entrano in convulsione, per un semplice applicare un capo dell' arco conduttore ad essi muscoli, e l' altro capo all' armatura metallica dei nervi. Partendo da questa idea pensò ch' ei potrebbe scuoprire da qual parte stia in questa machinetta elettrica, ossia boccetta di Leyden animale, l' eccesso, e in quale il difetto di fluido elettrico, malgrado il non potersi mostrare direttamente con nessun elettrometro; e crede d' esserci giunto. Pensò di applicare la boccia di Leyden carica a tale prodigiosa debolezza di otto o dieci centesimi di grado, affatto impercettibili, come si disse, ad ogni elettrometro, di applicarla or dalla parte positiva ai nervi, e dalla negativa ai muscoli, ed ora in senso contrario, sull' idea, che dove l' eccesso di fluido nell' animale preparato fosse dalla parte dei nervi, e il difetto da quella dei muscoli, non seguirebbe la concussione di questi applicando ad amendue i termini, cioè nervo e muscolo, l' omologa elettricità (come non segue alcuna scarica cimentando nella stessa maniera due boccie di Leyden), e seguirebbe all' incontro applicando le elettricità contrarie. L' evento corrispose in molte prove fatte in questi ultimi due giorni sopra tre rane, e massime sopra di una; cioè si ebbero costantemente le solite contrazioni e convulsioni, applicando l' uncino della boccia di Leyden carica interiormente per eccesso ai nervi, e il ventre della medesima ai muscoli; e nulla operando inversamente. All' incontro essendo la boccia carica

(1) Tom. I. 1788.

Digitized by Google

rica negativamente, accadevano le convulsioni applicando l' uncino ai muscoli, e la pancia ai nervi; e non inversamente. S' intende sempre quando la carica della boccia era così debole, che o non eccedeva, o di poco i dieci centesimi di grado sopra indicati: giacchè essendo quattro o sei volte maggiore, produceva l' effetto in qualunque modo si applicasse. Da queste sue belle e dilicate sperienze conchiude il Sig. Volta, che dalla parte dei nervi stia il difetto di fluido elettrico, non già l'eccesso, come voi avete creduto di poter avanzare sopra altre congetture. Il contrario però alla vostra opinione vuol lo stesso nostro Ch. Sig. Volta, che non si abbia ancora per cosa decisa, perchè fondato sopra sperienze dell' ultima dilicatezza, fatte da lui in numero, ma non ancora ripetute quanto ei vorrebbe.

Intanto che il suddetto celebre Fisico attende a queste sperienze sulle rane, per essere sommamente sensibili e facili a maneggiarsi, non lasciano altri tra noi di tentarne sopra altri animali anche di sangue caldo; e già si sono verificate le prove da voi medesimo fatte sopra uccelli, e quadrupedi.

E' del mio instituto ora il proporvi alcuni tentativi, che possono essere di una molto utile applicazione alla medicina, sopra l' azione dei veleni, e dei medicamenti, massime di quelli che si chiamano farmaci, e eroici. Di queste prove da farsi ho già presi col Sig. Volta gli opportuni concerti, e anzi dopo di averne conferito con lui ho già fatto un saggio di sperienze dirette a determinare l' azione dell' oppio, della canfora, del muschio, del veleno della vipera, del lauro ceraso, delle mandorle amare ec. riguardo all' esaltare, od ammortire l' elettricità animale, applicando queste materie ora ai nervi, ed ora ai muscoli, ora in sostanza, ed ora a modo d' infusione tenendovi per qualche tempo immerso l' animale, intero o privo di qualche sua parte ec. Tra non molto io sarò forse in grado di comunicarvi i precipui risultati di queste mie ricerche.

Ci proponiamo ancora di cercare qual sia l' azione elettrica de' nervi sopra altre parti che i muscoli, cioè sulle membrane, sui vasi; e in qual maniera modifichi la circolazione de' fluidi, le secrezioni ec.; se pure in ciò non siamo già stati da voi prevenuti, come suppone il pregiatissimo amico nostro D. Mariano Fontana, il quale vi stima al pari di me, che non mi lascio vincere da veruno nell' onore di essere colla più distinta considerazione e col maggior rispetto.

Pavia 3. Aprile 1792.

Digitized by Google

LETTERA

DEL SIGNOR DOTTORE LUIGI GALVANI

Al Signor Professore

DON BASSANO CARMINATI.

HO finalmente stese in qualunque maniera fra le angustie di tempo, nelle quali vivo giornalmente, le poche considerazioni spettanti agli esperimenti del Chiarissimo Sig. Volta, che nell'ultima mia vi promisi. Vi prego di sottoporle al saggio discernimento di sì illustre Filosofo, a cui le affido, e dal cui giudizio dipenderà principalmente la sorte loro. Esse sono espresse rozzamente, e alla confusa; in quella maniera cioè, che mi ha permesso e la brevità del tempo, e la scarsa abilità mia. Ma ove egli le creda non affatto inutili, voi potete abbellirle coll'eleganza del vostro stile, giacchè le consacro a voi totalmente.

Il Dottissimo Autore adunque, secondo che me ne avvisate, ha misurata la quantità di artifiziale elettricità, che in una rana preparata, ed armata nella maniera da me proposta, basta a produrre le contrazioni musculari, ed ha trovato essere questa la decima parte di un grado di quella, che è necessaria per rendersi sensibile al più squisito Elettrometro, e quindi ne trae egli due bellissime conseguenze; l'una cioè, che la rana in simile modo preparata è un elettrometro dieci volte più sensibile e più squisito d'ogn'altro finora inventato, e perfino de' suoi squisitissimi; l'altra, che una simile piccolissima quantità di animale elettricità basterà a produrre i moti naturali, e spontanei nel suddetto animale; donde ne viene per legittima deduzione la prodigiosa forza, che aver deve l'elettricità estrinseca sia terrestre, sia atmosferica negli animali, e quindi nell'uomo, e quali perciò e quante alterazioni non ancora bastantemente conosciute abbia ad indurre sì negli uni, che nell'altro. In somma egli ha in pochissimo tempo illustrato non poco il punto interessantissimo dell'influsso dell'elettricità terrestre, ed atmosferica nelle nostre azioni, e nelle alterazioni, e malattie che fre-

quen-

Digitized by Google

quentemense ci affliggono, ed in oltre animati ha non poco i Medici a continuare l'uso della elettricità artifiziale, facendo loro sperare con ogni ragione non piccolo vantaggio.

Egli ha poi fatti altri bellissimi tentativi circa la sede dell' eccesso, e del difetto di essa elettricità animale rapporto ai muscoli, ed ai nervi.

Ha egli applicata una boccia di Leyden carica nella superficie interna all'animale, prima in guisa, che l'uncino corrispondesse ai nervi, e la superficie esterna ai muscoli; poi al contrario, e ciò per applicare elettricità fra di loro secondo l'opinione mia omologhe nel primo caso, contrarie nel secondo, avendo io sospettato, che l'esterna parte, o superficie della fibra muscolare sia elettrica negativamente, positivamente l'interna, di cui il nervo è come il conduttore investito di materia coibente, per impedire il troppo facile, e nocivo dissipamento di essa elettricità.

Avendo egli pertanto osservato, che nel primo caso, quando cioè si applica l'uncino al nervo, si ottengono le contrazioni, e non altrimenti quando il suddetto uncino si applica ai muscoli, egli si fa a sospettare, che l'eccesso di essa animale elettricità sia nell' esterna superficie di esso muscolo, il difetto nell' intima sua sostanza, a cui corrisponde il nervo, altrimenti si avrebbero effetti fra elettricità omologhe, lochè ripugna alle leggi stabilite dai Fisici circa le medesime elettricità.

Un sì giusto raziocinio fondato su leggi fisiche, e dedotto da esperimenti da sì accurato sperimentatore, e sì eccellente Filosofo, voi ben vedete, che egli non può, che meritare la mia verace approvazione, e la pronta mutazione dell' opinion mia, non avendo io certamente altro scopo nelle mie ricerche, che la pura, e semplice verità, alla quale sola può andar congiunta quella utilità, che bramo recar possano un giorno queste mie quali siansi ricerche, e congetture.

Vi pregherò soltanto di sottoporre alla considerazione del dottissimo Filosofo questo mio non so quanto prezzabile dubbio; cioè se le contrazioni avute nel caso d'applicare l'uncino della boccia al nervo potessero essere nate o totalmente, od in parte dalla irruzione entro del nervo medesimo, e quindi entro l'interna superficie di esse fibre muscolari, dall'irruzione diceva del fluido elettrico della boccia stessa usata nell'esperimento. Imperciocchè quantunque nella mia ipotesi dovessero essere le

due

Digitized by Google

due elettricità, l'animale cioè, o sia quella dell'interna superficie delle fibre muscolari, alla quale corrisponde il nervo conduttore, e l'artifiziale, quella cioè dell'uncino, quantunque dissi dovessero essere fra di loro queste elettricità omologhe, sarà però forse difficile, che siano state in tutto eguali, e di copia, e di valore; ma sembra anzi assai verisimile, che l'artifiziale della boccia, benchè piccolissima abbia superata la naturale del nervo, quella cioè dell'interna superficie delle fibre muscolari. Quindi per la sostanza deferente del nervo avrà dovuto passare una parte dell'elettricità dell'uncino all'interna superficie delle fibre muscolari per render questa elettrica ad egualianza coll'interna superficie della boccia, e perciò l'effetto, cioè la contrazione, sarà stato un prodotto non tanto dell'elettricità esistente nel senso mio entro l'interna parte delle fibre muscolari, quanto e molto più di quella della boccia aggiuntavi, mediante l'applicazione dell'uncino al nervo.

Ove questo mi si accordi dal cortese Sig. Volta non riescirebbe malagevole a spiegarsi la mancanza, o la piccolezza delle suddette contrazioni applicando l'uncino ai muscoli, o sia alla superficie esterna del muscolo, o vogliam dire della boccetta animale: poichè in tale stato di cose l'elettricità artifiziale applicata alla suddetta esterna superficie, avrà bensì determinata all'uscita l'elettricità animale contenuta nell'interna superficie di essa boccetta, ma non avrà potuto aggiungervene. Questa elettricità animale, supposta, come sembra verisimile, nella sua copia, ed energia non poco inferiore all'artifiziale, atteso singolarmente il dissipamento, che di essa nel taglio, e nella preparazione dell'animale sembra dover accadere necessariamente e continuamente, non recherà maraviglia se non sia stata sufficiente a produrre l'effetto sensibile, che produsse l'artifiziale, o non l'abbia potuto produrre, che minimo e di gran lunga inferiore.

Di quì nasce, cred'io, che se si accresca l'elettricità artifiziale, e questa si applichi parimente ai muscoli della rana preparata, allora, determinando essa per la legge della carica, e scarica delle superficie, ad escir fuori dal muscolo pel nervo una maggior copia di naturale elettricità, e con maggior impeto, questa è allora bastevole ad eccitare le contrazioni, o sieno i moti muscolari, siccome ho io sperimentato più volte; avendo costantemente osservato, che una copia presso che minima d'e-

lettricità artifiziale presa da qualunque macchina basta ad indurre le contrazioni, allorchè si applica al nervo; non basta allorchè si applica al muscolo.

Sembrarebbe dunque, che non ostante i bellissimi sperimenti tentati dal Chiarissimo Sig. Volta regger potesse l'ipotesi di eccesso nell'interna parte e superficie della fibra muscolare, di difetto nell'esterna.

Ma quand'anche questo mi volesse cortesemente accordare il celebratissimo Sig. Volta, non rimarrebbero perciò i suoi esperimenti senza un gran pregio, e d'una grande utilità; mentre i medesimi potrebbero condurre, supposta la suddetta congettura della boccetta animale, al rischiarimento di un punto di Fisiologia interessantissimo, qual si è la cagione fisica de' moti volontarj, e di uno de' più difficili fenomeni ad intendersi in qualunque sistema finora inventato circa il moto muscolare. In fatti gli esperimenti di lui chiaro dimostrarebbono potersi avere i moti muscolari diretto il fluido elettrico non solo dal muscolo al nervo, siccome io supponeva, ma eziandio dal nervo al muscolo, o sia dal cervello al muscolo, e potersi avere non solo per mezzo della scarica, ma ancora per una sopraccarica forzata, ed impetuosa della supposta boccia muscolare: lo che ammesso, chi non vede, quanto riesca felice la spiegazione de' moti muscolari volontarj?

L'anima per eccitar questi non deve, che dal cervello, ov'ella risiede, colla maravigliosa sua ed incomprensibil forza, ed impero determinare una maggior copia di fluido elettrico animale nel cervello raccolto, pel nervo conduttore al muscolo, oppure dar forse un impulso maggiore a quello, che naturalmente in esso nervo esiste; si avranno allora le contrazioni non altrimenti, che si ebbero dal celebratissimo Sig. Volta, allorchè egli aggiunse all'elettricità animale del nervo un pochino di artifiziale elettricità, e crebbe in conseguenza l'impulso, e l'azione di quella, che nell'interna superficie della fibra muscolare si stava in una specie di inerzia, e di ozioso equilibrio. Ma allorchè si aggiunge elettricità ad una superficie di una boccia di Leyden, ne esce dall'opposta per la legge dell'uguaglianza, e dell'equilibrio delle due superficie, e tanta ne esce da una, quanto se ne aggiunge all'altra; dunque avvenendo lo stesso nella supposta boccia muscolare, quanto di fluido nerveo-elettrico accorrerà dal cervello pel nervo all'interna parte, o sia

su-

Digitized by Google

superficie del muscolo, tanto ne escirà dall'opposta superficie, o sia parte esterna del medesimo, che è già sempre irrigata da fluidi conduttori atti a disperderla, e a portarla fuori del corpo, e quindi luogo darassi sempre ad una nuova copia, e carica; tanto più che essendo il nervo nel mio supposto un conduttore della boccia animale investito di materia coibente, non darassi mai luogo naturalmente alle scariche spontanee, che talvolta per unione di atmosfere nell' artifizial boccia succedono.

Ammesso un tale costante ingresso, ed egresso del detto fluido nerveo dal muscolo per leggi note e costanti, chi non vede tosto essere facile lo spiegare, come costantemente corra il suddetto fluido al muscolo, senza che se ne accumuli in esso o all'eccesso, o in modo che impedisca l' aggiunta di nuova copia, o naturalmente fluente dal cervello al medesimo muscolo, o dall' animo determinatavi; fenomeno, che certo in niuno de' sistemi finora inventati facilmente intendesi.

Gli sperimenti di sì Illustre Professore, e la facile spiegazione di sì difficili fenomeni m'inducono per certo a cangiar ben volontieri l' opinion mia circa l' azione dell' anima ne' nervi, e la direzione del fluido elettrico animale ne' moti volontarj; tanto più, che alcuni sperimenti da me poc' anzi tentati, sembrano confermare questa stessa direzione dal nervo all' interna superficie del muscolo, e pare la dimostrino non meno atta, che l' opposta ad eccitare i moti muscolari.

Ho io presentati, siccome riferisco nel mio opuscolo, i piedi della rana preparata all' esterna superficie di una boccia di Leyden carica internamente, ed ho osservato, che all' estrazione della scintilla nascevano le contrazioni. Ho indi pure in un luogo bujo all' esterna superficie della medesima boccia rivolta parimente la superficie esterna di un' altra piccola boccia similmente carica, da cui fuori balzava il conduttore con punta ripiegato in senso contrario alla suddetta superficie, ed ho veduto, che all' estrar la scintilla dalla prima il fiocco luminoso del conduttore di questa estinguevasi in vece di ravvivarsi, come succede allor che il suddetto conduttore è rivolto alla superficie esterna dell' indicata boccia.

Tale scomparsa del luminoso fiocco dimostra, che nell'atto dell' estrazione della scintilla da codesta boccia l' elettricità dell' altra è forzata ad un moto retrogrado, e a dirigersi non più dal cavo al conduttore, come faceva allor quando ricompariva

Digitized by Google

all'estrar della scintilla lo scomparso fiocco, ma bensì con direzione opposta, dal conduttore cioè al cavo della stessa boccia. Tale opposta direzione prendeva ella più facilmente, e più prontamente se si fosse avvicinato alla punta del suddetto conduttore un qualche corpo deferente, che comunicasse col suolo; mentre allora l'elettricità della terra determinata essa pure, per la stessa legge dell'equilibrio delle superficie, all'interna superficie della medesima boccia, entrava pel suddetto conduttore per portarsi alla stessa superficie. Lo stesso sembra dover pure avvenire all'elettricità della boccia animale, quindi si hanno le contrazioni allorchè rivolgesi l'esterna sua superficie, o sieno i piedi all'esterna superficie della boccia, da cui si estrae la scintilla, e si hanno maggiori e più forti, se al suo conduttore o sia al nervo si avvicini nell'atto d'estrar la scintilla un corpo similmente comunicante col terreno.

Lo stesso sembra dover avvenire se l'aria contigua al suddetto conduttore contenga molta elettricità, oppure, se gli si avvicini qualunque corpo, che somministrar gliene possa. Quindi forse si ottengono tal'ora le suddette contrazioni, se si avvicini ai piedi dell'animale un cilindro di zolfo fregato, e si hanno eziandio e talvolta maggiori, se si applichi contemporaneamente alla spinal midolla nuda un cilindro di vetro parimenti eccitato, quantunque non si abbiano colla sola applicazione di esso cilindro di vetro benchè fregato; perciocchè per mezzo dell'elettricità negativa dello zolfo si sforza l'elettricità fluente della spinal midolla a ritornare alla superficie interna del muscolo da cui partiva, e si determina l'elettricità sia dell'aria, sia del vetro ad introdursi essa pure nella spinal midolla, e quindi a vieppiù forzare il moto retrogrado di essa animale elettricità.

Donde ne nasce, che essendo rispinta la medesima da due forze verso la detta interna superficie l'effetto è maggiore, e di là sorgono quelle contrazioni, che dicemmo essere maggiori; le quali poi mancano all'apposizione del solo vetro eccitato alla spinal midolla, forse perchè trattandosi di omologhe elettricità non può entrare nella spinal midolla, che quella piccola porzione di elettricità vitrea, che supera l'elettricità animale, e questa difficilmente, restando per natura molto aderente al vetro. Quindi è, che per rendere vieppiù sensibili le suddette contrazioni nel caso di adoperare e zolfo, e vetro eccitato nell'

espo-

Digitized by Google

esposta maniera, giova molto, prima di tentare l' esperimento, l' armare di foglia di stagno e la spinal midolla ed i muscoli, ed applicar loro un qualche metallico conduttore; anzi tanta è la forza di queste armature, che allora si ottengono le contrazioni applicando al conduttore suddetto de' muscoli il solo zolfo fregato, e ciò verisimilmente perchè si ha più facilmente la scarica della superficie esterna dei muscoli, e perciò un più pronto regresso dell' elettricità animale all' interna superficie del muscolo pel nervo, ed una più facile introduzione in esso di quella qualunque elettricità, che nell' aria contigua ritrovavasi.

Dal fin quì esposto chiaro si comprende, se mal non m' appongo, che le contrazioni muscolari possano essere prodotte dall' elettricità naturale nell' animal vivente per tre cagioni; cioè per una sopraccarica violenta della boccetta muscolare indotta dalle forze dell' animo, e questo sembra accadere ne' moti volontarj; per una sopraccarica forzata, come allorchè si determina da qualche agente, o irritamento estrinseco a discendere forzatamente, e violentemente la suddetta elettricità dal cervello ai muscoli; chiamo quest' azione sopraccarica, supponendo che una qualche carica, come sembra verisimile, vi abbia nel muscolo costantemente e naturalmente: e finalmente per una scarica parimente violenta, e forzata, come avverrà allor quando qualche agente esterno applicato al nervo, o al cervello determini l' elettricità dell' interna superficie del muscolo ad ascendere pel nervo, e a riportarsi all' esterna superficie di esso muscolo.

Poste queste tre cagioni sembrami di vedere aperto un largo campo per la felice spiegazione non tanto de' moti volontarj, quanto de' preternaturali, e violenti; e di varie malattie nervose, e loro cagioni, come pure de' loro rapporti all' elettricità terrestre, ed atmosferica, siccome io mi studierò di dimostrare in altro mio opuscolo, che pubblicherò quanto prima, ove le pressanti occupazioni non mel vietino.

Prima però di adottare la spiegazione, e l' opinione della sopraccarica principalmente ne' moti volontarj, io desidero, che il chiarissimo Professore e voi giudichiate, se mai potesse renderla sottoposta a qualche dubbietà l' esser essa fondata su principj meno certi di quelli, a cui è appoggiata la Teoria della scarica, e l' abbisognare essa di più supposizioni che l' altra; mentre io ravviso la suddetta opinione fondata su l' azione di una elettricità estrinseca ed artifiziale, laddove questa è appoggia-

giata sull'azione di una elettricità puramente intrinseca, e naturale, convien supporre in quella, che l' elettricità artifiziale agisca sul nervo nella stessa maniera, che la naturale, e ne sia totalmente la stessa; locchè, benchè paja verisimile, non è però dimostrato, anzi resta luogo a sospettare, che l' elettricità artifiziale agisca a maniera di stimolo, e determini la naturale alla scarica, e sembra altresì, che qualche differenza di natura vi abbia ad essere fra di loro, per qualche mutazione, o vogliam dire preparazione e modificazione, che la suddetta comune elettricità riceva dalla macchina animale; quando nell' ipotesi della scarica non avvi bisogno veruno di tali supposizioni, ma solo basta il supporre, che come l' elettricità naturale agisce negli animali morti e preparati con arte, così agisca ne' viventi; supposizione la quale, benchè sia certamente ardita, è però, come ognun vede, comune ad ambedue le ipotesi.

Il fenomeno poi del perenne influsso del fluido nerveo-elettrico dal cervello al muscolo pel nervo, senza che nè il muscolo nè il nervo ne resti mai pieno all' eccesso, e senza che mai l' adito si neghi ad una nuova quantità dello stesso fluido sopravveniente, è facile l' intendere che in istato di quiete del muscolo si spiega egli con eguale felicità sì nell' una, che nell' altra ipotesi, poichè la felicità di tale spiegazione nasce dalla supposta struttura della fibra muscolare a modo di boccetta di Leyden, la quale è parimente comune all' una, e all' altra congettura. In istato poi di moto del medesimo muscolo, questo ove succedesse nella scarica di essa fibra muscolare, non si impedirebbe per certo un nuovo afflusso del suddetto fluido nerveo al muscolo, anzi renderebbesi vieppiù agevole e copioso, trovandosi in tale ipotesi dopo il moto scaricata o tutta o in parte la supposta boccetta muscolare.

Queste riflessioni, qualunque sia il loro valore, mi rendono tutt'ora indeciso, a quale delle due ipotesi dar debba la preferenza, finchè il giudizio del celebre Autore, e vostro, e degli altri illustri vostri colleghi non mi abbia determinato più all'una che all' altra, al quale sagacissimo giudizio io sottopongo e queste, e tutte le altre riflessioni finora comunicatevi, e da esso dipenderà sempre qualunque mia opinione e congettura.

Questa mattina nel nostro Spedale di S. Orsola, in cui è Professore di Chirurgia il dottissimo, e chiarissimo mio Collega il Sig. Dottore Gaspare Gentili Eccellente Maestro di Chirurgia,

Digitized by Google

gia, ho tentata coi miei soliti artifizi una gamba ed un braccio amputati, immediatamente dopo l' operazione, alla presenza di sì dotto Professore, e di altri Letterati, e Medici, e si sono veduti contraersi i muscoli flessori del pollice, e delle vicine dita sì della mano che del piede, e muoversi in conseguenza le suddette dita. L'artifizio è stato di collocare buona parte della gamba e del piede, denudati de' loro integumenti, immediatamente in acqua calda, poi di armare i corrispondenti nervi degli accennati muscoli di foglia di stagno presso l'ingresso loro ne' medesimi; indi applicarvi un piccol capo metallico deferente, e singolarmente di argento, ed applicarvelo in guisa, che con una parte toccasse il lembo della foglietta di stagno, coll'altra la porzione di nervo scoperta od alcuna parte contigua, acciò si avesse, siccome io suppongo, un arco composto parte de' suddetti metalli, parte dell' umidità estrinseca, il quale riportasse all' esterna superficie degl' indicati muscoli la naturale elettricità dell'interna, ascesa al luogo del contatto del nervo, e da esso uscita per la forza del medesimo contatto.

Si sono poi vestiti i medesimi nervi o di cera, o di altro corpo coibente, oppure i medesimi corpi si sono sovrapposti alla primiera armatura, e niuna contrazione allora si è più ottenuta. Sembra dunque provata l' esistenza dell' animale elettricità, e la legge proposta nell'uomo eziandio. Ma io non voglio più a lungo trattenervi. Vi sarò stato forse troppo molesto col soverchio numero delle cose espostevi, e colla prolissità dello scrivere, ma donate tutto al piacere che ho di conferire con voi, e al desiderio di ricevere que' lumi, che dalla vostra gentilezza, e dottrina non posso non promettermi grandissimi. Sono colla più verace stima, ec.

Bologna 8. Maggio 1792.

I L F I N E.

Digitized by Google

INDEX EORUM

QUÆ IN HOC OPERE CONTINENTUR.

JOANNIS ALDINI. De animalis electricæ theoriæ ortu, atque incrementis Dissertatio.

ALOYSII GALVANI. De viribus electricitatis in motu musculari Commentarius.

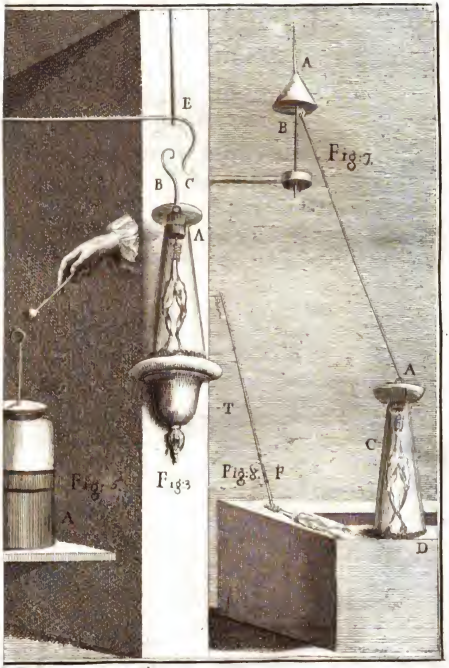
BASSANI CARMINATI ad Galvanium Epistola, in qua præsertim expenditur Cl. Voltæ sententia relate ad sedem animalis electricitatis.

ALOYSII GALVANI ad Carminatum Epistola, in qua suam de animalis electricitatis sede opinionem proponit.

Imprimatur
Die 28. *Julii* 1792.
Joseph Comes Fabricius Stud. Ref.

Digitized by Google

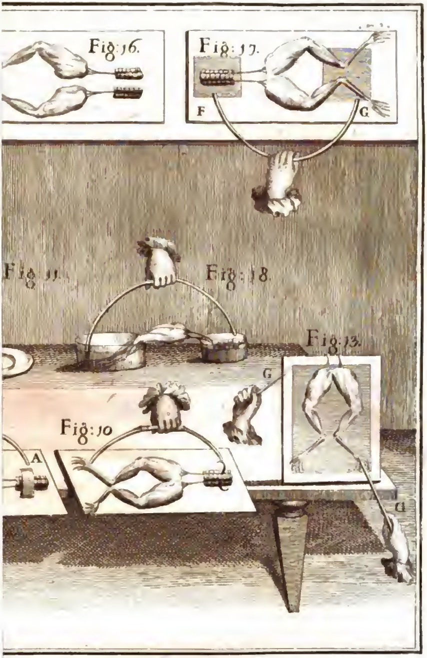
Tab: I.



Digitized by Google

Digitized by Google

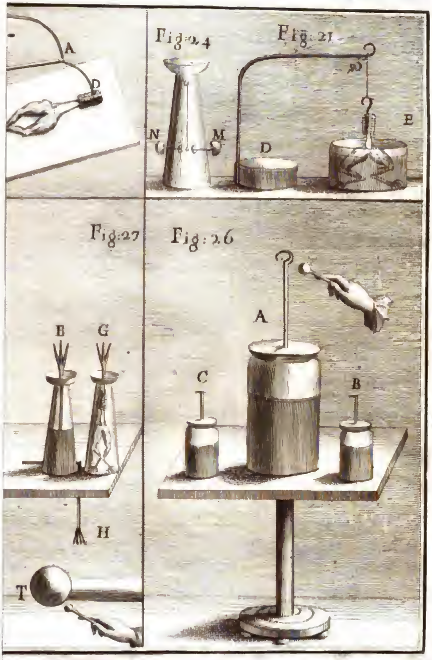
Tab. II.



Digitized by Google

Digitized by Google

Tab. III.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google